



Universidade de Aveiro  
2021

**Joana Isabel  
Da Silva Ferreira**

**Design de produtos de porcelana e pigmentação  
com recurso a resíduos naturais – Estágio na  
Empresa Costa Verde**





Universidade de Aveiro  
2021

**Joana Isabel  
Da Silva Ferreira**

**Design de produtos de porcelana e pigmentação  
com recurso a resíduos naturais – Estágio na  
Empresa Costa Verde**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizado sob a orientação científica da Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista, Professora Associada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e coorientação do Doutor Victor Fernando Santos Neto, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.



Dedico este projeto ao meu avô, que esteja onde estiver, espero que esteja orgulhoso de mim.



## **o júri**

presidente

**Prof. Doutora Maria de Fátima Teixeira Pombo**  
Professora associada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

arguente

**Prof. Doutora Paula Celeste da Silva Ferreira**  
Investigadora Coordenadora do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica da Universidade de Aveiro

arguente

**Prof. Doutor Rui Jorge Leal Ferreira Mendonça da Fonseca**  
Professor Auxiliar da Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto

orientadora

**Prof. Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista**  
Professora associada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Aos meus pais, por me apoiarem, por acreditarem em mim e nas minhas capacidades, por me ensinarem a trabalhar para alcançar os meus objetivos e por me permitirem a oportunidade de estudar na cidade e na área que mais gosto. Sem eles, nada disto seria possível.

À minha irmã, pelo apoio, pelo carinho, pela motivação e por nunca me deixar desanimar.

Ao Henrique, por ser o meu porto de abrigo, por ser o meu confidente, por me incentivar nos dias bons e por me acalmar nos dias menos bons, por estar sempre disposto a ajudar-me em tudo o que preciso e pelo apoio incondicional.

À Catarina, à Maria e ao Miguel, pela amizade, pelas conversas, pelas opiniões, por apoiarem as minhas conquistas, por me ampararem nos dias mais difíceis e por me acompanharem ao longo desta caminhada.

À equipa Costa Verde, pelo acolhimento caloroso, por se terem tornado a minha segunda casa nos últimos meses e pela disponibilidade e partilha de conhecimentos. Um agradecimento especial à Catarina Sousa, à Raquel Agostinho e ao Engenheiro Marinheiro pela confiança depositada em mim e no meu projeto, pelas sugestões e opiniões dadas, e por estarem sempre prontos a ajudar-me. Um agradecimento também ao Hugo, ao David, à Susana, ao Sr. Adelino, ao Sr. Pedro, ao Sr. Hermes, à Sílvia e ao Engenheiro Pedro Lemos, pelo auxílio prestado nas diferentes etapas de concretização do meu projeto.

À Doutora Paula Monsanto, à Doutora Idalina Gonçalves e à Doutora Cláudia Passos por me terem acompanhado ao longo do projeto, pela troca de ideias, pela partilha de saber, pelo incentivo e pela aprendizagem.

Aos meus orientadores, Teresa Franqueira e Victor Neto, pela confiança depositada em mim, pela ajuda prestada e por me guiarem durante todo o percurso.

Ao Chef Luís Lavrador, pela disponibilidade e por me proporcionar a oportunidade de colocar em prática o conceito desenvolvido no âmbito deste projeto.

A todos que de alguma forma contribuíram para este projeto, mas não foram mencionados, o meu sincero e sentido obrigado.



**palavras-chave**

design de produto, porcelana, hotelaria e restauração, pigmentação, vidrados cerâmicos, resíduos naturais, casca de ovo

**resumo**

O presente trabalho resultou de um estágio curricular realizado na empresa Porcelanas da Costa Verde SA. Na sequência do briefing definido pela empresa, foi desenvolvido um conjunto de três peças utilitárias de porcelana para o mercado de hotelaria e restauração.

Neste projeto são demonstradas todas as fases de conceção e desenvolvimento do conjunto: pesquisa de mercado e tendências, definição do conceito e da forma das peças e a sua produção pelo processo de enchimento manual.

Paralelamente, realizou-se uma investigação com o intuito de obter cor para vidrados cerâmicos através do aproveitamento de resíduos naturais e outras matérias-primas como fontes alternativas a pigmentos e corantes sintéticos. Primeiro, foram realizados ensaios com vários materiais, para compreender que cores poderiam resultar e o comportamento dos mesmos quando expostos à temperatura de cozedura da porcelana. Depois, selecionou-se a matéria-prima com maior potencial na produção de cor, o resíduo de casca de ovo, e realizaram-se ensaios com casca integrada no vidrado. Por fim, considerando os resultados dos ensaios anteriores, aplicou-se a suspensão de vidrado com casca de ovo nas peças desenvolvidas neste projeto.

Este trabalho visou responder à proposta da empresa, criando um conjunto de porcelana orientado para as tendências do mercado hoteleiro, e acrescentar-lhe valor propondo novas alternativas de pigmentação. Foram explorados resíduos naturais normalmente descartados e outros materiais que não os tradicionalmente utilizados na indústria cerâmica com o intuito de lhes dar uma nova utilidade, contribuindo para a questão da sustentabilidade e circularidade dos materiais no meio industrial.

Os resultados finais obtidos sugerem que a casca de ovo, pela sua versatilidade cromática, tem potencial para ser utilizada como pigmento natural em peças para fins decorativos.



**keywords**

product design, porcelain, hotel and catering, pigmentation, ceramic glazes, natural waste, eggshell

**abstract**

The present work is the result of a curricular internship carried out at Porcelanas da Costa Verde SA. Following the briefing defined by the company, a set of three utilitarian porcelain pieces was developed for the hotel and restaurant market.

In this project, all the conception and development phases of the set are demonstrated: market and tendencies research, definition of the concept and shape of the pieces and their production by the manual firing process.

In parallel, research was carried out with the aim of obtaining colour for ceramic glazes by using natural waste and other raw materials as alternative sources to synthetic pigments and dyes. First, tests were conducted with various materials to understand what colours could result and their behaviour when exposed to the porcelain firing temperature. Then, the raw material with the highest potential in colour production, the eggshell waste, was selected and tests were performed with the shell integrated in the glaze. Finally, considering the results of the previous tests, the glaze suspension with eggshell was applied on the pieces developed in this project.

This work aimed to answer the company's proposal, creating a porcelain set oriented towards the hotel market trends, and adding value to it by proposing new pigmentation alternatives. Natural residues that are normally discarded and other materials than those traditionally used in the ceramics industry were explored in order to give them a new use, contributing to the issue of sustainability and circularity of materials in the industrial environment.

The final results obtained suggest that eggshell, due to its chromatic versatility, has the potential to be used as a natural pigment in pieces for decorative purposes.



# ÍNDICE

## 1. Introdução

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 1.1 | Contextualização . . . . .                       | 2 |
| 1.2 | Temática e a sua relevância . . . . .            | 2 |
| 1.3 | Objetivos . . . . .                              | 3 |
| 1.4 | Pertinência para o Design e Engenharia . . . . . | 3 |
| 1.5 | Metodologia e estrutura do documento . . . . .   | 4 |

## 2. Design e Inovação

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 2.1 | Da tradição à modernidade . . . . .   | 8 |
| 2.2 | Papel do Design como difusor de inovação e competitividade<br>no meio empresarial . . . . . | 9 |

## 3. Cerâmica

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 3.1   | Material cerâmico . . . . .   | 14 |
| 3.2   | Empresa Costa Verde . . . . . | 17 |
| 3.2.1 | Processo Produtivo . . . . .  | 18 |

## 4. Indústria Cerâmica: Enquadramento da Empresa

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.1 | Contextualização: indústria cerâmica europeia e portuguesa . . . . . | 30 |
| 4.2 | Presença no mercado: Costa Verde . . . . .                           | 31 |
| 4.3 | Catálogo da Empresa . . . . .  | 32 |
| 4.4 | Mercado concorrente . . . . .  | 34 |
| 4.5 | Tendências: Design Consumer Trends . . . . .                         | 43 |

## 5. Indústria e a questão ambiental

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5.1   | Economia circular . . . . .  | 50 |
| 5.2   | Sustentabilidade na Indústria . . . . .  | 52 |
| 5.3   | Green Design: conceitos "Sustainable Design"<br>e "Industrial Ecology" . . . . . | 54 |
| 5.4   | Valorização e aproveitamento de resíduos . . . . .                               | 56 |
| 5.4.1 | Borra de café . . . . .  | 58 |
| 5.4.2 | Casca de ovo . . . . .   | 59 |

|  |            |
|--|------------|
| 5.5 Casos de estudo . . . . .  | <b>61</b>  |
| 5.5.1 Zhekai Zhang, Coffire Lamp . . . . .                                     | <b>61</b>  |
| 5.5.2 Agnes Kucerenskaite, Ignorance is a Bliss . . . . .                      | <b>63</b>  |
| 5.5.3 João Margarido, De cerâmica . . . . .                                    | <b>64</b>  |
| 5.6 Pigmentos e vidrados cerâmicos. . . . .                                    | <b>65</b>  |
| <br>   |            |
| <b>6. Projeto</b>  |            |
| 6.1 Inquérito aos utilizadores . . . . .                                       | <b>68</b>  |
| 6.2 Conceito . . . . .   | <b>70</b>  |
| 6.3 Processo de desenho e forma . . . . .                                      | <b>71</b>  |
| 6.4 Prototipagem. . . . .  | <b>81</b>  |
| 6.5 Realização dos moldes. . . . .   | <b>82</b>  |
| Molde 1 - Saladeira Pegasus . . . . .  | <b>84</b>  |
| Molde 2 - Prato Pegasus . . . . .  | <b>86</b>  |
| Molde 3 - Taça Pegasus . . . . .   | <b>88</b>  |
| 6.6 Ensaios e resultados . . . . .   | <b>92</b>  |
| Saladeira Pegasus . . . . .  | <b>94</b>  |
| Prato Pegasus . . . . .  | <b>96</b>  |
| Taça Pegasus . . . . .   | <b>98</b>  |
| Observações após segunda cozedura: Deformação e retração do conjunto . . . . . | <b>104</b> |
| 6.7 Exploração cromática de resíduos e outros materiais . . . . .              | <b>108</b> |
| Resíduo 1 - Borra de café. . . . .   | <b>110</b> |
| Ensaios com matérias-primas naturais . . . . .                                 | <b>117</b> |
| Resíduo 2 - Casca de ovo. . . . .  | <b>122</b> |
| Ensaios com casca de ovo e beterraba . . . . .                                 | <b>122</b> |
| Ensaios com casca de ovo e vidrado . . . . .                                   | <b>128</b> |
| Peças finais vidradas com casca de ovo . . . . .                               | <b>142</b> |
| <br>   |            |
| <b>7. Conclusão</b>  |            |
| 7.1 Considerações finais . . . . .   | <b>164</b> |
| 7.2 Trabalhos Futuros. . . . .   | <b>167</b> |
| <br>   |            |
| <b>Referências bibliográficas</b> . . . . .                                    | <b>170</b> |
| <br>   |            |
| <b>Anexos</b> . . . . .  | <b>179</b> |



*Os produtos que criamos são fruto do nosso  
olhar sobre o mundo. As nossas vivências e  
experiências refletem-se naquilo que fazemos.  
As nossas obras serão sempre arquétipos  
representativos do nosso tempo.*

nota pessoal

# 1. Introdução

## 1.1 Contextualização

O presente trabalho surge no âmbito da realização de um estágio curricular em Mestrado de Engenharia e Design de Produto em parceria com a empresa Costa Verde\*.

Optou-se por um modelo de estágio em contacto direto com a realidade industrial, conhecimento que é fundamental para a formação integral de um designer.

Com este contacto pretendia-se adquirir novas perspetivas e aprendizagens sobre a vertente processual de desenvolvimento de produtos em contexto fabril e refletir sobre diferentes formas de intervenção tendo em conta múltiplos fatores, sejam eles limitativos ou inviabilizadores, ou novas oportunidades de criar e inovar.

\* O nome da empresa é Porcelanas da Costa Verde SA. No presente documento, será referenciada como empresa Costa Verde.

## 1.2 Temática e a sua relevância

O projeto, resultou do desafio lançado pela empresa Costa Verde para a criação e desenvolvimento de um produto, ou de um conjunto de produtos de porcelana, que respondam às novas tendências do mercado.

Um mundo em constante evolução, exige respostas criativas e inovadoras que acompanhem a sua transformação. Os designers devem dar resposta a essas mudanças, através de novas perspetivas e abordagens em relação ao processo de conceção e desenvolvimento de produtos. O designer deve conceber peças que traduzam a sua visão e interpretação do mundo e o seu compromisso com a sustentabilidade.

O setor industrial, vive hoje em mutação constante e o fator de diferenciação consiste na forma como as empresas respondem e acompanham esses avanços. As necessidades dos consumidores, não sendo lineares, exigem que o mercado esteja em constante adaptação encontrando soluções que permitam satisfazer as suas exigências.

Assim, a proposta da empresa alinha os desafios que os designers enfrentam no seu quotidiano, de criarem com originalidade e criatividade, produtos que respondam às expectativas dos consumidores.

### **1.3 Objetivos**

Sendo o estágio constituído por diferentes etapas, um dos primeiros objetivos é adquirir conhecimento e experiência sobre a atividade industrial cerâmica. Para isso é necessário numa fase inicial conhecer a realidade fabril da empresa e de que forma funciona todo o ciclo produtivo da porcelana, desde a aquisição da matéria-prima até ao produto final.

Outro objetivo é que este projeto responda ao briefing lançado pela empresa, criando um produto de porcelana destinado ao mercado de hotelaria e restauração, que é o mercado-alvo da empresa e que se diferencie do que já existe na concorrência.

Para contribuir para o fator de diferenciação e inovação da empresa, pretende-se acrescentar valor ao produto desenvolvido através da exploração de cor recorrendo a resíduos naturais e outras matérias-primas para servirem como fontes alternativas a pigmentos e corantes sintéticos, normalmente utilizados na indústria cerâmica. Com esta investigação cromática pretende-se favorecer a integração da circularidade e sustentabilidade na indústria cerâmica promovendo a utilização de matérias-primas, preferencialmente naturais, com pouco ou nenhum aproveitamento e dar-lhes uma nova utilidade. Propõe-se incorporar esses materiais no vidrado cerâmico, que posteriormente será aplicado nas peças desenvolvidas neste trabalho.

### **1.4 Pertinência para o Design e Engenharia**

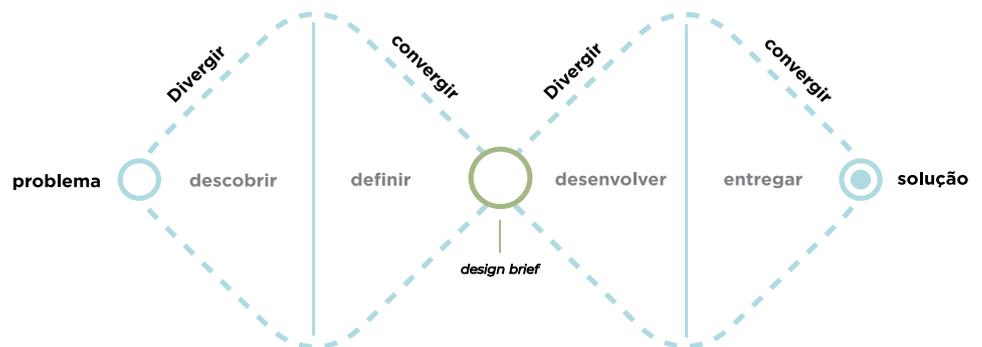
A pertinência deste projeto passa pela cooperação entre o design e a engenharia, através do desenvolvimento de novos produtos em contexto industrial, com o recurso a resíduos naturais ou industriais para novos usos. Com os processos de fabrico existentes na empresa, propõe-se a introdução de materiais distintos dos usados tradicionalmente na indústria cerâmica, permitindo a extensão da vida útil dos resíduos, contribuindo assim para o fator de sustentabilidade e circularidade no meio industrial.

Para finalizar, espera-se que este projeto sirva de inspiração a outros criadores incentivando-os a desafiarem os limites da sua imaginação, percorrendo caminhos alternativos na exploração das potencialidades do material e no reaproveitamento ou aproveitamento de matérias-primas para novos fins, recorrendo à tecnologia para a validação dos projetos e produtos desenvolvidos.

### 1.5 Metodologia e estrutura do documento

Utilizou-se uma metodologia denominada pelo *Design Council* de **Double Diamond** que caracteriza o processo de design. (Design Council, 2019)

As duas formas em diamante representam as duas vertentes de pensamento que constituem este modelo, **divergente** e **convergente** que são divididos por quatro quadrantes: descobrir, definir, desenvolver e entregar. Os dois primeiros quadrantes integram o momento entre a identificação do caminho e a sua definição; os dois restantes referem-se ao trabalho desenvolvido entre a definição do caminho até à solução encontrada (figura 1).



**Figura 1** - Processo "Double Diamond".

Adaptado de Design Council (2019).

Seguindo este princípio, o trabalho divide-se em duas partes. A primeira corresponde à parte teórica do projeto, que inclui a **descoberta** do caminho a seguir e o levantamento da informação relevante para o percorrer. Toda a investigação realizada é descrita nos capítulos 2 a 5 através da revisão da literatura, casos de estudo e do conhecimento obtido durante o período de estágio.

Todos os capítulos abordam os temas principais que envolvem este projeto: **Design e Inovação** (capítulo 2) - foco na importância do design para o fator de inovação; **Cerâmica** (capítulo 3) - dá a conhecer a cerâmica tradicional e o processo produtivo da porcelana; **Indústria Cerâmica: Enquadramento da Empresa** (capítulo 4) - analisa o posicionamento da empresa face à concorrência e as tendências do mercado; e por último a **Indústria e a questão ambiental** (capítulo 5) - relaciona a temática da sustentabilidade em contexto industrial, baseada nos princípios da economia circular, focando-se na valorização e aproveitamento de resíduos como tema central.

O capítulo 5 termina com casos de estudo que contribuíram para a **definição** do caminho do projeto.

No capítulo 6, a segunda parte do trabalho, de natureza prática visa o **desenvolvimento** de produtos que respondam às premissas identificadas na fase de investigação do projeto. O trabalho prático encontra-se organizado em três fases distintas - a primeira, refere-se ao desenvolvimento do produto onde é definido o conceito, e são realizados ensaios e protótipos até se chegar à solução final. Na segunda fase, é apresentada toda a investigação e exploração de diferentes resíduos e matérias-primas para pigmentação de produtos cerâmicos. A terceira parte, que corresponde à fusão das partes anteriores, culmina na apresentação do produto final, vidrado com resíduos anteriormente investigados.

Por fim, segue-se o momento de **entrega** que é acompanhado por um capítulo destinado às considerações e conclusões.

*“Além das aptidões e das qualidades herdadas, é a tradição que faz de nós aquilo que somos.”*

Albert Einstein.

(Vale et al., 2016, p.34)

## **2. Design e Inovação**

O próximo capítulo aborda a importância da tradição cerâmica portuguesa e a sua influência nos dias de hoje. O desenvolvimento industrial e a evolução do setor cerâmico resultam da aposta permanente na inovação, das áreas do design e engenharia, que atualmente são consideradas disciplinas fundamentais para dinamizar e potencializar o setor empresarial.

## **2.1 Da tradição à modernidade**

Segundo Vieira et al. (2011) a extraordinária descoberta das características de moldagem e cozedura da argila, permitiram que o material cerâmico acompanhasse a história da humanidade durante milhares de anos. Embora a sua origem tenha surgido como resposta às necessidades básicas da produção de utensílios e construção de habitação, hoje a cerâmica é dotada de várias funcionalidades e aplicações respondendo de forma eficaz a desafios de grande complexidade técnica, com recurso a novos materiais ao serviço de diferentes indústrias: espacial, automóvel, médica ou química.

Portugal é um exemplo de um país que soube acompanhar o desenvolvimento e evolução desta indústria, em perfeita sintonia com a cultura do seu tempo, projetando a cerâmica nacional a nível mundial e potencializando a cerâmica portuguesa nos diferentes setores. No setor da cerâmica tradicional, são exemplos os barros negros presentes em várias regiões como Chaves, Vila Real, Molelos e Flor de Rosa, os barros vermelhos cuja produção é realizada sobretudo em Barcelos, Miranda do Corvo, Caldas da Rainha, Mafra, Estremoz, Viana do Alentejo e Bringel e a cerâmica branca culturalmente enraizada nas zonas de Aveiro, Leiria e Loulé.

Para Vale et al. (2016) a relação entre o povo português e a cerâmica assenta em séculos de história, raízes e tradições. Favorecido pela qualidade das suas matérias-primas, o país viu surgir inúmeras empresas familiares de excelência, que, ao investirem no constante desenvolvimento, inovação e modernização tecnológica, tornaram-se entidades reconhecidas mundialmente.

A aposta significativa em investigação e desenvolvimento, design e na qualidade, assim como a crescente expansão internacional, foram fatores que levaram ao sucesso do



**Figura 2** - Azulejos Viúva Lamego, Avenida Infante Santo.

fonte: <https://www.viuvalamego.com/pt/handmade/projectos/>



**Figura 3** - Cloudy Butterflies Vaso 40, Bordallo Pinheiro.

fonte: <https://pt.bordallopinheiro.com/cloudy-butterflies-vaso-40>

mercado cerâmico português, desde os tradicionais azulejos (figura 2), produtos provenientes da cerâmica de revestimento e reveladores da mais pura expressão artística da cultura portuguesa no mundo; as faianças (figura 3) e porcelanas que elevam a exuberância e criatividade da cerâmica portuguesa desde o século XIX; a louça sanitária, de que somos considerados o terceiro maior exportador da Europa; e a telha portuguesa (cerâmica estrutural) que lidera o Sul da Europa, cujos padrões técnicos e qualitativos, permitem a construção de telhas de alta qualidade, com formas, dimensões e atributos estéticos adaptados para os diferentes mercados existentes.

De facto, Portugal sempre apresentou uma proximidade com os materiais cerâmicos, quer do ponto de vista cultural, quer comercial. A reinterpretação cultural em produtos aliados a novos propósitos e significados, fazem da cerâmica um material revelador da nossa identidade como cultura e como povo evoluído, mas também faz de Portugal, uma nação que ambiciona a mudança, a diferença e a inovação. A indústria cerâmica nacional tem sido capaz de cruzar a tradição e a contemporaneidade, através de um vasto e profundo conhecimento dos materiais e das técnicas de produção, até à valorização e inspiração estética de elementos simbólicos representativos da nossa identidade, aliando esses conhecimentos a novos projetos que visam estabelecer relações com as tendências internacionais atuais, seja do ponto de vista funcional ou estético. (Vale et al., 2016)

## **2.2 Papel do Design como difusor de inovação e competitividade no meio empresarial**

O design e a inovação estão intimamente ligados. A complexidade do mundo atual, a exigência de inovação constante e de objetivos mais ambiciosos para o desenvolvimento sustentável, obrigam o design a abordagens cada vez mais inovadoras e criativas, que conduzam a soluções produtivas eficazes para a resolução de problemas (Frutuoso, 2021).

Designado como uma atividade criativa, o design vive da sua ligação com a sociedade e o meio onde se insere. Dotado de uma grande responsabilidade social, existe para atender às necessidades e ambições diárias

da comunidade. Considerada uma área integradora de diversas especialidades, influencia a criação dos produtos, imagens, ambientes, espaços, processos e serviços que nos rodeiam, estando presente em todos os aspetos do nosso quotidiano.

Complementarmente, o setor empresarial desempenha um papel mediador entre o design e a sociedade, sendo o elo de ligação, que promove a sua interação e comunicação. As empresas tornam-se em ambientes propícios para a germinação de novas soluções, ideias e projetos que visam a satisfação geral dos consumidores através da oferta de novos produtos e serviços (Agapito et al., 2015).

Ao longo dos tempos, foram realizados esforços com o intuito de incentivar a utilização e aplicação do design como uma ferramenta fundamental para a inovação empresarial. Esta procura constante pela mudança potencializada pela ambição e a evolução industrial, permitiu a origem de diferentes definições: **Design Management** que segundo o Design Management Institute (DMI, n.d.)\* a gestão do design promove processos de negócios e estratégias que melhoram o sistema organizacional e o fator de inovação empresarial e **Design Thinking** que de acordo com a Interaction Design Foundation (IXDF, n.d.) corresponde a um processo não-linear, iterativo no qual se pretende compreender e identificar os problemas dos clientes ou utilizadores de forma a idealizar soluções inovadoras através de produtos ou serviços que correspondam aos seus requisitos.

\* A abreviatura (n.d.) significa *no date*, a publicação não tem data.

Apesar de estar comumente associado à estética, o potencial do design reside na sua capacidade de ser uma área ampla e multifacetada, permitindo diferentes opções e soluções no âmbito do desenvolvimento do produtos e serviços. Sendo considerada uma área abrangente e bastante explorativa, torna-se essencial a sua existência no meio empresarial, pois desde a fase de conceção de produtos/serviços até à sua comercialização, o design tem em conta: os custos produtivos associados, a identidade visual e gráfica (embalagem e publicidade), os requisitos ergonómicos, estéticos, funcionais, os critérios utilizados para a seleção de materiais e os respetivos processos de fabrico. Mas é a sua capacidade de estabelecer a interação entre a tecnologia e a sociedade, produto e consumidor, engenharia e indústria que gera um ambiente propício para

a transformação de criatividade em inovação. Para Agapito et al. (2015) o design está intrinsecamente associado à interação entre a sociedade, a cultura onde se insere e o ambiente que o envolve, numa ótica de contribuir para uma comunidade mais sustentável e coesa.

De um prisma industrial, vários países incluindo Portugal têm procurado crescer globalmente apostando fortemente no design e na inovação tecnológica. Segundo Ferreira (2016) são criadas políticas industriais que visam não só o crescimento económico das empresas, assim como o seu crescimento interno nos diferentes departamentos e recursos humanos. A incorporação de novas tecnologias aliadas a processos de desenvolvimento e design permitem a produção de novos produtos de valor acrescentado que contribuem para o fator de diferenciação.

No caso da indústria cerâmica a introdução e implementação de tecnologias de prototipagem rápida e impressão digital com recurso a ferramentas digitais e desenho 3D, promovem a produção de objetos distintivos e personalizáveis pelo designer, ou até pelo próprio cliente. A procura pela inovação e transformação industrial passa também pela conexão e sinergia entre as áreas intervenientes com a participação de diferentes parceiros de trabalho: entidades governamentais ou civis, institutos, laboratórios, estúdios, centros tecnológicos, universidades ou até mesmo outras empresas/indústrias que permitem estabelecer um ambiente favorável de partilha e geração de novas ideias, projetos e produtos.

Em suma, o Design assume-se como disciplina criativa de ideias e conceitos que encontra na inovação a base necessária para a criação de novas soluções que promovem a identidade corporativa de uma empresa e a posicionam no mercado a nível nacional e internacional (Frutuoso, 2021).

*“Alinhava a espádua  
em dedos cegos.*

*Traços em argila suada.*

*Falava a mão  
nos espaços côncavos*

*Argila por água encharcada.*

*Corpo moldado,  
vaso pronto,  
arte finalizada.”*

Versos de Maria Verde.

(Vale et al., 2016, p. 11)

### **3. Cerâmica**

Facilmente se compreende que os feitos concretizados no passado ainda influenciam os dias de hoje, nas formas mais expressivas de exponenciar o material, desde o oleiro que produz manualmente os seus objetos até à indústria que nos convida a desafiarmos o impossível. Efetivamente tudo se torna possível ao conhecermos o material cerâmico e as propriedades que possui. Assim, o presente capítulo aborda a temática da cerâmica e o seu processamento de acordo com os processos de fabrico existentes na empresa.

### **3.1 Material cerâmico**

São designados de corpos cerâmicos todos os produtos produzidos a partir de qualquer argila e endurecidos pelo processo de cozedura (Pereira, 2018).

Os materiais cerâmicos são considerados materiais inorgânicos constituídos por combinações de elementos metálicos e não-metálicos, cujas propriedades finais dependem da forma como esses elementos são ligados (Dolores et al., 2019). São denominados também de materiais duros, leves, rígidos e quimicamente inertes (Rahaman, 2017). No geral, os cerâmicos apresentam uma vasta gama de propriedades mecânicas, tais como a sua estabilidade térmica e alto ponto de fusão o que lhes permite serem bons materiais refratários e resistentes à corrosão, oxidação e abrasão (National Research Council, 1968).

Segundo Reed (1995) existem grupos cerâmicos com funções e propriedades distintas. Esses grupos distinguem-se pelas funções a que se destinam, pelo seu processamento, pelas matérias-primas constituintes assim como pela composição química, estrutura atômica e microestrutura.

Os materiais cerâmicos podem ser divididos em dois grandes grupos: cerâmica tradicional e cerâmica técnica/avançada. A cerâmica tradicional é constituída essencialmente por matérias-primas de origem natural e a cerâmica avançada é produzida através de matérias-primas de elevada pureza e passa por processos de produção complexos e controlados para atingir determinadas propriedades e assumir funções de alto desempenho (Dolores et al., 2019).

Do ponto de vista industrial, existem vários autores que ainda dividem a indústria cerâmica por diferentes subsetores que, variam de acordo com a sua aplicação: cerâmica estrutural, pavimentos e revestimentos, louça sanitária, cerâmica utilitária e decorativa, cerâmica técnica, refratários e isoladores cerâmicos (Associação Portuguesa das Indústrias de Cerâmica e Cristalaria [APICER], 2012). Para este projeto em particular, é de maior relevância o subsetor de louça utilitária e decorativa dividida por terracota, faiança, grés e porcelana.

Embora alguns dos produtos cerâmicos de mesa possam apresentar semelhanças ao nível visual, têm particularidades que os tornam diferentes entre si, quer a nível do processo de fabrico, quer a nível da sua composição, grau de porosidade e até mesmo o som emitido pelo material (Costa Verde, 2018).



**Figura 4** - Junto Carafe terracotta de Normann Copenhagen.

fonte: <https://www.normann-copenhagen.com/en/Products/Accessories/Serving/Tableware/Junto-Carafe-Orange-361013>

### Terracota

A terracota (figura 4), é um material cerâmico de base argilosa e pasta corada vermelha. Com uma cozedura entre os 900 °C e os 1000 °C, tem a particularidade de apresentar bastante porosidade.

É conhecida por ser utilizada para fins construtivos como telhas ou tijolos, assim como objetos de jardinagem ou alguma decoração de mesa como canecas, copos, pratos ou travessas (Admin, n.d.).



**Figura 5** - Faiança portuguesa.

fonte: <http://artesanato.azores.gov.pt/artesanato/ceramica/faianca/>

### Faiança

A faiança (figura 5) é denominada de cerâmica branca, apresentando-se como uma pasta mais pura que aclara após o processo de cozedura (Motta et al., 2001). Apresenta uma elevada porosidade, que se torna impermeável após a vidragem (Arfai, 2018). A sua pasta é maioritariamente argilosa, constituída por barros plásticos e caulinos (entre os 60% e 90% da sua composição) e também feldspatos e quartzo que completam as demais matérias-primas constituintes da pasta - entre os 40% e os 10% (Fagundes, 1997).

Embora seja um material cerâmico de menor resistência comparativamente à porcelana ou grés, é muito utilizado para conjuntos de chá, de jantar, canecas, chávenas e peças

decorativas uma vez que a faiança é designada de cerâmica artística e é conhecida pela sua versatilidade decorativa, desde as cores aos diversos tipos de acabamentos (Motta et al., 2001).

### Grés



**Figura 6** - Mesa Linfa da Mesaceramics.

fonte: <https://www.mesa-ceramics.com/en/ mesa-ceramics-2/>

De acordo com Arfai (2018), o grés (figura 6) é considerado uma cerâmica de alto-fogo tal como a porcelana. Caracteriza-se como uma pasta plástica que apresenta uma composição dura, densa, resistente e impermeável. Os produtos cozem a uma temperatura situada entre os 1170 °C e 1250 °C e apresentam-se como objetos pouco porosos, que podem ser vidrados ou não. Quando vidrados, os resultados obtidos são variáveis, a organicidade presente nas peças após a sua cozedura através de cores e texturas, permitem enfatizar o caráter mineral da pasta de grés.

As pastas de grés são compostas essencialmente por argilas (barro) no seu estado natural e podem ainda ser adicionadas outras matérias-primas tais como argila refratária, feldspato, areias siliciosas ou vidro moído (Fagundes, 1997).

### Porcelana



**Figura 7** - Coleção Agma da empresa Costa Verde.

fonte: <https://costa-verde.com/colecoes-costa-verde/agma/>

A porcelana é conhecida para muitos de nós como o material utilizado para *tableware* de grande qualidade (Lefteri, 2003).

É considerada a cerâmica de excelência, uma vez que possui características que a tornam tão única, delicada e especial no ramo dos cerâmicos tradicionais, como a sua brancura inigualável, a sua elegante translucidez e a sua porosidade quase nula (Arfai, 2018).

Na indústria cerâmica, a porcelana é designada de uma pasta de alto-fogo, nobre, fina, densa e impermeável, pois as suas características exigem que sejam usadas matérias-primas de elevada qualidade, como o quartzo que garante solidez estrutural à pasta, o caulino que lhe confere plasticidade e brancura e por fim, o feldspato que tem uma ação fundente reforçando a resistência mecânica (Pereira, 2018).

Apresenta-se como um material cerâmico de elevada dureza, resistência mecânica e química, dotada de excelentes qualidades estéticas e materiais (Boch & Nièpce, 2007). Cozida a temperaturas que atingem os 1380 °C ou mais, a porcelana pode ser vidrada ou não, sendo que uma peça sem vidrado designa-se de biscuit (Lefteri, 2003).

### **3.2 Empresa Costa Verde**

Situada na Zona Industrial de Vagos, em Aveiro, a história da Costa Verde inicia-se em 1992. A sua produção assenta essencialmente no desenvolvimento de produtos de porcelana orientada para o segmento de mercado de hotelaria e restauração, estando porém o mercado doméstico a merecer também a sua atenção. Sendo uma empresa detentora de uma abordagem inovadora, tem como um dos seus principais objetivos responder de forma clara e única às necessidades dos seus clientes, investidores e parceiros, garantindo sempre a qualidade dos seus produtos e serviços.

Focada no mercado internacional, a Costa Verde é reconhecida pelos valores que a regem e que assentam nos princípios da sustentabilidade e qualidade da sua porcelana, desde o controlo e seleção rigorosa das matérias-primas até ao tratamento dos seus resíduos industriais, sendo certificada nas áreas de qualidade, ambiente e inovação (Costa Verde, n.d.-a).

É evidente e determinante a sua aposta constante na formação, investigação e cooperação com diferentes parceiros, tais como a Universidade de Aveiro nomeadamente o Departamento de Cerâmica e Vidro, entre outros centros de investigação, procurando em parceria, novas soluções que promovam a consciencialização ambiental através da redução de consumo de energia e reaproveitamento de resíduos industriais. Todos esses projetos ambientais e tecnológicos realizados entre a empresa e os seus parceiros, fazem da Costa Verde uma das empresas mais modernas e mais competitivas a nível europeu e mundial, sobretudo pelos valores pela qual se rege, pela formação contínua e pela estratégia de desenvolvimento e atualização tecnológica (Heléxia, 2020).

A colaboração do atelier londrino Studio Levien com a empresa levou a um objetivo comum de aliar o design à inovação num mercado em constante mudança, com o intuito de evidenciarem as qualidades únicas que só a porcelana possui (Costa Verde, n.d.-b).

### 3.2.1 Processo Produtivo

Conhecer e experienciar o processo produtivo da empresa é fundamental porque permite adquirir conhecimentos sobre todo o ciclo produtivo. O contacto direto com a pasta de porcelana, permite ganhar experiência sobre as especificidades do material. Só assim será possível compreender e aplicar na prática, de forma correta, todo o conhecimento obtido durante todas as fases de desenvolvimento de produtos cerâmicos. Todos os procedimentos e etapas do processo produtivo descritas nas páginas seguintes, resultam de informações obtidas durante a realização do estágio curricular.

#### Preparação da pasta



**Figura 8** - Matérias-primas.

Fonte da autora

A qualidade da porcelana, resulta fundamentalmente, da escolha rigorosa das matérias-primas (figura 8) e na sua preparação para a produção de pasta, que irá ser utilizada posteriormente nos diferentes processos de fabrico. Antes de se proceder às transformações necessárias para garantir uma mistura homogénea da pasta, todas as matérias-primas são doseadas por pesagem.

Neste mesmo setor, é ainda realizado o tratamento das águas e lamas, onde se transformam as águas residuais em água tratada (figura 9).



**Figura 9** - Tratamento das águas.

Fonte da autora

A composição da pasta resulta da perfeita combinação das matérias-primas, sejam de natureza plástica, como é o caso do caulino, ou de natureza dura como areias (quartzo) e feldspato. Para garantir misturas uniformes e homogéneas, é necessária a diluição da matéria plástica através de adição de água e agentes de desfloculação e moagem dos materiais duros, em moinhos rotativos com o auxílio de esferas de alumina contidas no seu interior, que segundo Fonseca (2000) não só contribuem para a reatividade dos materiais, como facilitam a formação da fase líquida

na cozedura, que se traduz na redução da porosidade e retrações mais elevadas nos produtos cerâmicos.



**Figura 10** - Tanques de armazenamento da pasta líquida.

Fonte da autora

Finalizada a pré-preparação das matérias-primas, estas são misturadas e peneiradas, originando a pasta em estado líquido. A pasta é armazenada num dos vários tanques presentes na secção, que se encontram em permanente agitação lenta (figura 10). A partir desta pasta líquida, formam-se dois outros tipos de pasta: a plástica e a atomizada (pó), cuja finalidade é a sua utilização em processos de conformação distintos.

A pasta plástica é obtida através de uma filtro-prensa que retira o excesso de água, reduzindo a sua percentagem de humidade. Após a eliminação de uma quantidade considerável de água, a pasta é conformada em formas cilíndricas, designadas de charutos, através de uma máquina extrusora (figuras 11 e 12).



**Figura 11** - Filtro-prensa.

Fonte da autora



**Figura 12** - Pasta plástica em charutos.

Fonte da autora



**Figura 13** - Pó atomizado.

Fonte da autora

Para se obter o pó atomizado, utiliza-se o processo de atomização, que visa a eliminação do excesso de água do processamento, dando origem a um granulado com propriedades mais adequadas à conformação por prensagem, por ação de pressão e ar quente (figura 13).

Na secção de preparação de pastas, é ainda realizada a preparação do vidrado.

## Modelação - moldes e madres



**Figura 14** - Moldes para o processo de contramoldagem.

Fonte da autora



**Figura 15** - Modelo de gesso impresso em 3D.

Fonte da autora

Após a fase de conceção e desenvolvimento de produto, o processo segue para a concretização da primeira forma que dará origem a uma madre, que posteriormente servirá de base para a criação do molde (figura 14).

O primeiro molde parte de um modelo, que pode ser realizado manualmente em gesso, ou em impressão 3D (figura 15). Através do primeiro molde, obtêm-se a primeira peça que será enviada ao cliente para validação, de forma a antecipar e corrigir possíveis alterações no desenho antes de se proceder às fases seguintes.

As madres são designadas de moldes que originam outros moldes (moldes finais para utilização), constituídas por várias partes, cada uma delas formando um bloco que contém o correspondente a um ou mais tacelos e ainda uma parte da própria peça em positivo, e em gesso (Fagundes, 1997). As madres (figuras 16 e 17) podem ser produzidas em alumínio, poliuretano, araldite, gesso duro, nylon ou silicone (utilizado em objetos com pouco relevo e poucas saídas).

O material utilizado nos moldes normalmente varia de acordo com o processo de fabrico. Na fábrica, os moldes em gesso normalmente são utilizados para olaria e contramoldagem e os moldes de resina para o enchimento por alta pressão. Embora a resina seja de elevado custo, os moldes produzidos a partir deste material são os mais aconselháveis para produções de larga escala, visto que é um material com grande durabilidade e capacidade de produção de milhares de exemplares (Agostinho, 2019).



**Figura 16** - Madre de Araldite para olaria, constituída por 4 partes.

Fonte da autora



**Figura 17** - Madre de silicone.

Fonte da autora



**Figura 18** - Madres das asas em poliuretano e silicone.

Fonte da autora

Para a criação dos moldes em gesso ou resina existem alguns passos comuns aos dois processos, tais como: aplicação de uma camada de desmoldante na madre, colocação dos malhetes (facilitam o encaixe dos moldes), preparação do material a utilizar (gesso ou resina), enchimento da madre, repouso, retirar cuidadosamente as diferentes partes e realização dos acabamentos finais. Salienta-se que os tipos de moldes apresentam algumas diferenças devido ao tipo de conformação à qual estará sujeito (figura 18).

No caso dos moldes em gesso deve-se ter o cuidado de agitar o conteúdo do molde, de forma a prevenir a criação de bolhas de ar no seu interior (Agostinho, 2019).

### Olaria



**Figura 19** - Moldes de gesso das asas.

Fonte da autora

Existem quatro subsecções na secção de olaria: conformação, onde se realiza o enchimento e o acabamento das asas (figura 19), olaria tradicional, enchimento semiautomático e o enchimento por alta pressão. É importante salientar que para cada processo de conformação, a pasta líquida apresenta-se com diferentes composições, sendo necessários ajustes relacionados com a viscosidade e densidade da pasta, de modo a prepará-la para cada tipo de processo.

No setor de olaria, embora todas as subsecções apresentem métodos de enchimento distintos, todos os processos têm em comum a etapa de acabamento. Nessa fase procede-se ao tratamento das superfícies das peças onde são retiradas as rebarbas para evitar imperfeições nas etapas seguintes de secagem e cozedura (figuras 20 e 21).



**Figura 20** - Acabamento das asas.

Fonte da autora



**Figura 21** - Secção do acabamento.

Fonte da autora



**Figura 22** - Olaria tradicional.

Fonte da autora



**Figura 23** - Conformação por enchimento semiautomático.

Fonte da autora

Na olaria tradicional (figura 22), o processo de enchimento dos moldes é feito manualmente pelo operador. Normalmente este processo é utilizado para produções de menor escala comparativamente a outros processos de fabrico mais automatizados, sendo destinado em grande parte para a produção de peças de pequenas e médias dimensões.

Em relação ao enchimento semiautomático, grande parte do trabalho é automatizado, à exceção da abertura do molde e desmoldagem da peça, que é realizada pelo operador responsável por essa secção. Neste processo, consoante as dimensões e características de cada peça, é possível retirar peças dos respetivos moldes em média a cada 50/60 segundos (figura 23).

O enchimento por alta pressão é considerado um processo de conformação rápido, apropriado para formas geométricas mais planas e assimétricas, como pratos, saladeiras, travessas ou caçarolas. São utilizados moldes de resina que facilitam o escoamento da água, absorvendo e expelindo o excesso de água presente na pasta líquida. Neste processo, a pasta é injetada através do tubo de enchimento para o interior do molde, sob alta pressão, forçando a saída da água e conseqüentemente a compactação das partículas que darão forma ao corpo cerâmico. As peças conformadas são retiradas dos moldes por ação de ventosas, ar comprimido e força exercida pela água expelida proveniente dos moldes (figuras 24 e 25).



**Figura 24** - Conformação por alta pressão.

Fonte da autora



**Figura 25** - Peças retiradas por enchimento por alta pressão.

Fonte da autora

## Contramoldagem

Conhecida também por conformação plástica por *Roller*, a contramoldagem permite apenas a produção de peças simétricas devido ao facto do eixo de simetria ser coincidente com o eixo de rotação do molde, sendo porém, considerado um processo de grande produtividade (Fonseca, 2000). Para o processo de conformação é utilizada pasta plástica em forma de charutos, que podem ser de diâmetros distintos consoante a quantidade necessária para a produção de cada tipologia de forma.



**Figura 26** - Cabeça do equipamento de contramoldagem.

Fonte da autora

Cada máquina Roller presente na fábrica (figura 26), contém uma ou duas cabeças/calibradores, que podem ou não funcionar em simultâneo, sendo que os movimentos de subida e descida das formas ou dos moldes de gesso, são assegurados por dispositivos mecânicos ou hidráulicos. A forma pode mover-se na direção da cabeça, ou a cabeça na direção da forma, ou ainda ambas se moverem na direção uma da outra. A rotação pode estar ajustada à panela do molde (suporte do molde) ou à cabeça, sendo que essas rotações devem ser desfasadas e sempre feitas no mesmo sentido. A cabeça apresenta sempre temperatura (até aos 100 °C) permitindo que a pasta não adira às paredes externas desta. Salienta-se que as velocidades de rotação são diferentes consoante a forma a ser produzida (Agostinho, 2019).

Conformadas as peças, são retiradas dos respetivos moldes e levadas para dois tipos de secadores distintos. Primeiro passam pelo secador de couro (130 - 150 °C) e depois pelo secador de branco (80 - 85 °C). Realizado o processo de secagem, é efetuada a verificação de eventuais deformações ou fissuras.

Por fim, as peças são direcionadas para a secção de acabamento, onde são rebarbados os excessos de pasta e alisadas as arestas e superfícies das mesmas.



**Figura 27** - Peças produzidas por prensagem isostática.

Fonte da autora

### Conformação por prensagem

A prensagem isostática (figura 27) constitui a chave de todo o processo produtivo e tecnológico, uma vez que corresponde a 70% da produção da empresa, sendo considerada uma tecnologia de grande eficiência e rentabilidade a médio-longo prazo, devido ao seu grau de automatização que permite a redução de mão-de-obra e a sua capacidade de produção em grande escala.

A conformação realiza-se por prensagem do pó atomizado, com recurso a prensas hidráulicas. A prensagem isostática tem a capacidade de produzir peças planas, nomeadamente pratos ou pires e mais recentemente chávenas, assim como peças de diversas dimensões e assimétricas. O número de prensagens por hora varia consoante a morfologia e as dimensões das peças. Cada molde é constituído por uma membrana e uma almofada, sendo que no geral, cada membrana é capaz de produzir 100 000 peças.

A Costa Verde apostou fortemente nesta tecnologia, existindo hoje 10 prensas na empresa, que se distinguem pelo tipo de formas que produzem e tipo de acabamento, como é o caso da colagem de asas automática, que através de um sistema de pressão hidráulica por vibração, a asa é colada na peça com o auxílio de sensores (Agostinho, 2019).



**Figura 28** - Acabamento automatizado de peças por prensagem isostática.

Fonte da autora

Em seguida, as peças são direcionadas para a zona de acabamento (figura 28), onde são rebarbadas e alisadas, de forma manual ou automatizada. Quando as peças são mais complexas e revelam assimetrias, é aconselhável optar pela automatização, através de uma leitura digital de scan 3D, que identifica as zonas que são necessárias rebarbar (figura 29).



**Figura 29** - Sensores que detetam as zonas a rebarbar.

Fonte da autora



**Figura 30** - Peças chacotadas.

Fonte da autora

## Chacotagem

Realizado o processo de secagem, as peças seguem para a primeira cozedura a uma temperatura de cerca de 1000 °C, designada de chacotagem. Esta fase de cozedura contribui significativamente para a resistência mecânica das peças. Quando saem do forno apresentam sempre um tom rosado (figura 30). É necessário um manuseamento cuidado e delicado, de forma a prevenir quebras ou imperfeições.

## Vidragem

Após a primeira cozedura, as peças chacotadas passam pelo processo de vidragem (figura 31). O vidrado, é uma camada vítrea que, após a cozedura, contribui para: a impermeabilidade da peça, permite um aspeto brilhante e facilita o processo de limpeza tendo também a função de aumentar a resistência química e mecânica da porcelana. Sendo inúmeras as possibilidades decorativas existentes na empresa, hoje é possível produzir vidrados designados de brancos, vidrados coloridos, com acabamento mate ou brilhante e mais recentemente, vidrados reativos.



**Figura 31** - Processo de vidragem por mergulho.

Fonte da autora

A aplicação do vidrado requer habilidade e cuidado, para evitar futuras imperfeições e formação de bolhas causadas pela retenção do ar no seu interior. A aplicação pode ser feita manualmente com recurso à pincelagem, pistolagem, mergulho, entre outras técnicas, ou então pela via semiautomática. As áreas de contacto da peça com as placas refratárias do forno devem ser sempre limpas com uma esponja húmida (Agostinho, 2019).

## Cozedura de Vidrado ou Cozedura de Alta Temperatura



**Figura 32** - Peças vidradas.

Fonte da autora

As peças vidradas (figura 32) são sujeitas a uma nova cozedura a uma temperatura entre os 1370 °C e 1380 °C em atmosfera redutora, devido à necessidade de se obter um produto branco. A segunda cozedura é importante para se obter nos produtos cerâmicos as propriedades físicas, químicas e mecânicas finais desejadas. Quando se inicia o processo de saída das peças do forno, devem ser criadas condições para que o seu arrefecimento se processe de forma gradual, evitando o aparecimento de fissuras provocadas por uma mudança brusca de temperatura (Agostinho, 2019).

### Escolha de branco – controlo de qualidade

À saída do forno as peças são encaminhadas para uma zona de escolha, onde os operadores analisam, de acordo com parâmetros técnicos, o nível de qualidade de cada peça. As peças podem ser divididas por quatro níveis de qualidade: louça de primeira (está apta para ser direcionada para o armazém de branco); o refugo (louça com pequenas imperfeições que não justificam retoques, sendo vendida a um preço mais baixo); retoque (os defeitos e imperfeições são retocados, sendo novamente cozidos) e por fim, os partidos ou cacos, que é louça que não é recuperada, acabando por ser partida (Agostinho, 2019).



**Figura 33** - Processo de decalque.

Fonte da autora

### Decoração

Terminada a fase de controlo de qualidade, as peças estão aptas para seguirem para a secção de decoração, juntamente com uma ficha técnica com informações relativas às características dos produtos e das matérias-primas. Na decoração há inúmeras possibilidades de aplicação possíveis: pincelagem, decalque (figura 33), pistolagem (figura 34), tampografia e filetagem (manual ou semiautomática, sendo possível produzir aproximadamente 300 pinturas por hora, em peças mais planas e regulares como pratos, pires ou travessas) (figura 35).



**Figura 34** - Pistolagem.

Fonte da autora



**Figura 35** - Filetagem semiautomática.

Fonte da autora



**Figura 36** - Verniz isolante.

Fonte da autora



**Figura 37** - Peças decoradas após cozedura.

Fonte da autora

Existem três diferentes tipos de decoração: *under glaze* (a decoração é aplicada diretamente sobre a peça chacoçada antes da vidragem) e ainda *in glaze* e *on glaze*, quando são aplicadas sob o vidrado cozido. A principal diferença entre os dois últimos tipos de decoração reside essencialmente na temperatura de cozedura. A decoração *in glaze* é cozida a uma temperatura de alto-fogo, entre os 1200 - 1210 °C, o que permite que a decoração penetre a camada de vidrado. Apresenta uma maior durabilidade decorativa, uma vez que está protegida pela camada de vidrado e mais estabilidade química quando em contacto com detergentes ou outras substâncias. Na decoração *on glaze*, a temperatura é designada de baixo-fogo, cerca dos 900 °C, o que não permite a penetração da decoração na camada de vidrado (figura 37).

### Embalagem e Expedição



**Figura 38** - Secção de embalagem.

Fonte da autora

Neste setor é feita novamente uma avaliação qualitativa das peças durante o processo de embalagem. É necessário ter em consideração as especificações da embalagem, nomeadamente as etiquetas que se colocam tanto nos produtos como nas caixas (figura 38). Nesta secção ainda se pode encontrar o equipamento de tampografia (figura 39), que consiste na impressão direta do decalque na respetiva peça. Empacotados os produtos, todas as caixas seguem para a zona de expedição, sendo acondicionadas no espaço atribuído a cada um dos clientes. São registadas e identificadas através de um código de barras, ficando a aguardar o seu levantamento.



**Figura 39** - Tampografia.

Fonte da autora

Para além dos processos de fabrico convencionais, a Costa Verde é reconhecida por ser detentora de um vasto conhecimento sobre a área tecnológica de impressão 3D onde tem vindo a desenvolver inúmeros projetos nesse âmbito. A tecnologia é utilizada também como ferramenta de prototipagem e desenvolvimento de modelos.

Para compreender o enquadramento da empresa no mercado da indústria cerâmica, o próximo capítulo aborda o seu posicionamento face à concorrência.



## **4. Indústria Cerâmica: Enquadramento da Empresa**

O presente capítulo tem como tema inicial uma breve contextualização do mercado externo (Europa) e interno (Portugal) da indústria cerâmica no setor de louça utilitária e decorativa. Sendo organizado por três partes - na primeira é abordado o enquadramento teórico da empresa Costa Verde, o seu posicionamento no mercado e o seu catálogo de produtos, na qual se realiza uma análise à tipologia de produtos produzidos pela empresa. Na segunda parte, é realizado um estudo sobre empresas concorrentes divididas entre empresas nacionais e internacionais, que se direcionam para o mesmo mercado e apresentam a mesma oferta de produtos. Por último, é feita uma pesquisa das novas tendências presentes no setor cerâmico do ponto de vista do design, recorrendo aos produtos provenientes das empresas concorrentes.

## **4.1 Contextualização: indústria cerâmica europeia e portuguesa**

### **Indústria Cerâmica Europeia**

A indústria cerâmica europeia é parte integrante da estrutura económica da Comunidade Europeia, sendo uma das mais antigas atividades (APICER, 2012).

Tratando-se de uma indústria detentora de 25 % da produção global e empregando mais de 200.000 trabalhadores no setor, são possíveis de identificar os maiores produtores europeus: Portugal, Itália, Espanha, Alemanha, Reino Unido, França, República Checa, Polónia e Hungria, países com setores cerâmicos fortes e com tradição de exportação para outros países membros da Europa (APICER, 2012; Janssen, 2020).

A expansão significativa dos mercados internacionais contribuiu para o crescimento e aumento do número de mercados destinados à exportação, levando a Indústria Europeia a reforçar a sua posição no mercado internacional e a apostar fortemente no know-how e inovação (Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal [AICEP], 2017). Outro fator que levou a indústria cerâmica europeia a reforçar o seu posicionamento no mercado foi o aumento significativo de produtos mais baratos provenientes dos

países emergentes como a China, Vietname, Brasil, entre outros, cujas barreiras comerciais dificultam o acesso a novos mercados. Contudo, o mercado europeu continua a ser líder neste setor em termos de produtos de elevada qualidade, valor e design (APICER, 2012; Janssen, 2020).

### **Indústria Cerâmica Portuguesa**

Segundo Oliveira (2021) os dados divulgados pelo INE (Instituto Nacional de Estatísticas) em Agosto de 2021 revelam que o valor das exportações portuguesas no setor cerâmico no primeiro semestre de 2021 aumentaram 36,2% em relação ao período homólogo anterior. Face ao primeiro semestre de 2019, ano pré-pandemia, o aumento foi de 12,1%. Os pavimentos e revestimentos cerâmicos e a louça utilitária e decorativa foram os setores que mais contribuíram para o aumento das exportações, permitindo o alcance de 143 mercados: 65,6% do valor total destinado ao mercado intracomunitário e os restantes 34,4% ao mercado extracomunitário.

Estes valores devem-se ao empenho das indústrias cerâmicas nacionais e da sua participação em feiras internacionais, onde mostram através dos produtos expostos, a capacidade tecnológica e produtiva portuguesa. A cerâmica portuguesa caracteriza-se pela sua forte vocação exportadora, o que a levou a ser considerada como a maior produtora europeia de cerâmica, destacando-se internacionalmente no setor de louça utilitária e decorativa pela qualidade do seu design distintivo (Ribeiro, 2021).

### **4.2 Presença no mercado: Costa Verde**

De forma a compreender a cadeia de mercado da empresa foram requisitados dados referentes à sua presença no mercado.

A empresa Costa Verde é associada, desde a sua génese, da Associação Empresarial de Portugal (AEP). Considerada historicamente uma empresa de forte vocação exportadora, está presente em todos os continentes. Em termos percentuais 75% da sua produção é exportada para a União Europeia, Estados Unidos da América, Japão, Coreia do Sul, Inglaterra, Suíça, Dinamarca, África do Sul,

Chile, Brasil, México e Angola, entre muitos outros. De momento, os mercados alvo mais relevantes são: Espanha, Itália, Holanda, França, Inglaterra, Dinamarca, Suíça, EUA, Brasil, Japão, Coreia e Índia (AEP, 2021) (figura 40).



**Figura 40** - Mapa de exportação da Costa Verde nos diferentes continentes.

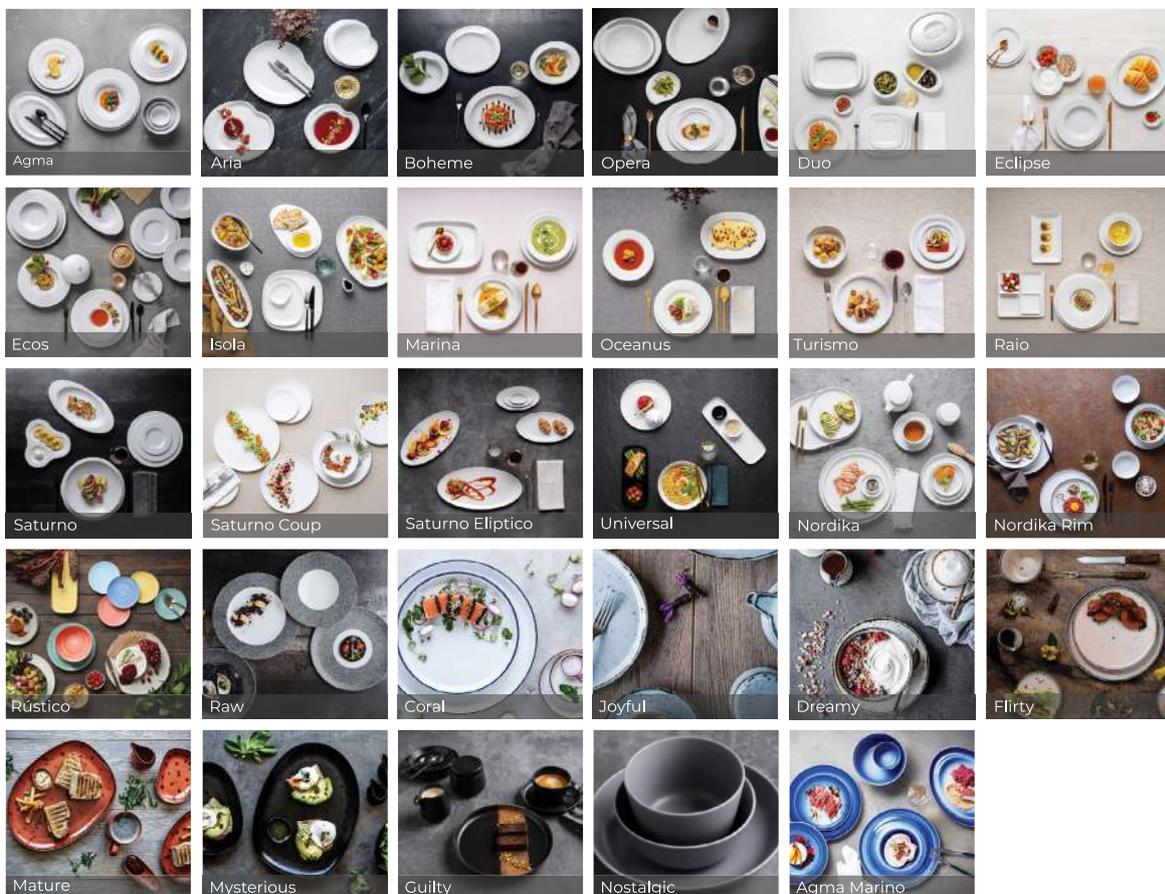
Adaptado do catálogo *All sense matters* da Costa Verde. Disponível em: <https://costa-verde.com>.

### 4.3 Catálogo da Empresa

Um catálogo é uma ferramenta de comunicação e de Marketing que tem como objetivo divulgar a marca e os produtos ou serviços que uma empresa oferece aos seus clientes. Da análise ao catálogo da Costa Verde, conclui-se que os produtos da Costa Verde são apresentados em diferentes linhas/coleções de *tableware* de porcelana (pratos, pires, taças, saladeiras, travessas, bules, canecas, chávenas, leiteiras, entre outros) (figura 41).

A empresa opera no mercado de restauração e hotelaria, sendo que todos os produtos desenvolvidos são pensados e desenhados a pensar neste mercado. Esses produtos distinguem-se pela qualidade da louça, pelas características que a porcelana possui (como a sua durabilidade e fácil

higienização), pela preocupação da adequação do desenho e da forma com a sua utilização prática, pela economia de espaço e facilidade de arrumação. É importante salientar que todas as coleções se caracterizam como linhas versáteis e intemporais. Embora a maior parte das coleções se apresentem como linhas brancas ou neutras, a Costa Verde também tem diferentes opções de coleções coloridas, como por exemplo, a coleção Rústico.



**Figura 41 - Coleções Costa Verde.**

Fonte: <https://costa-verde.com/colecoes-costa-verde/>

Mais recentemente, devido às tendências dos consumidores na preferência pela cor e textura, a empresa tem vindo a reinventar-se e a procurar criar novas interpretações de linhas menos convencionais e mais originais. Através de peças de algumas linhas já existentes, são realizadas novas decorações que, para além de darem uma nova vida às coleções antigas, apresentam a porcelana como um material versátil, possibilitando a exploração de diferentes

formas de acabamento, como por exemplo a linha *Mature* (figura 42) da coleção *Moods*, que eleva a porcelana a uma categoria de sofisticação contemporânea, através da conjugação de vidrados com elementos reativos.



**Figura 42** - Coleção Mature, Costa Verde.

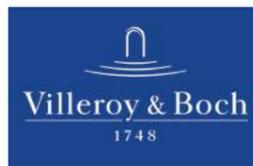
Fonte: <https://costa-verde.com/colecoes-moods/mature/>

#### **4.4 Mercado concorrente**

Para um melhor entendimento do posicionamento da empresa no mercado, realizou-se uma análise do tipo de oferta existente. Recorreu-se a uma ferramenta designada de benchmarking que se caracteriza como um modelo de negócio aplicado às áreas de planeamento estratégico, marketing, reestruturação, gestão financeira e uma prática de “*learn from the best*”, que tem como objetivo contribuir para a melhoria do próprio negócio a nível de produtos, equipamentos, processos ou serviços (Markovic et al., 2011).

A análise da concorrência do mercado, iniciou-se com um levantamento de empresas nacionais e internacionais pertencentes ao mesmo setor de louça utilitária e decorativa e direcionadas para a mesma tipologia de mercado. Identificadas as empresas, realizou-se um breve enquadramento teórico de cada uma (figura 43).

Na etapa seguinte, após a recolha de informação sobre as várias indústrias, foram selecionados alguns produtos que se assemelham à tipologia de peças produzidas pela Costa Verde, sendo identificadas diferentes características e aspetos gerais sobre os produtos, de cada uma das entidades estudadas.

**Alemanha**

Alemanha, 1748

Villeroy & Boch, é uma empresa alemã presente em mais de 125 países, conhecida internacionalmente pela comercialização de *tableware*, *dinnerware*, *hotelware*, *flatware* e *glassware* assim como produtos sanitários e revestimentos/pavimentos cerâmicos. Na área de louça de mesa, a empresa é reconhecida pela qualidade da sua porcelana, pela criação de conceitos e produtos inovadores, que, com recurso à alta tecnologia alemã, potenciam o crescimento deste setor.



Alemanha, 1879

Rosenthal GmbH é uma empresa alemã que alinha o design tradicionalista à contemporaneidade através da criação de produtos utilitários e decorativos de porcelana que assentam em padrões rigorosos de qualidade, criatividade e inovação. Focada no seu crescimento nos mercados doméstico e hoteleiro, a empresa tem vindo a reforçar a sua presença em mercados emergentes que incluem os Estados Unidos, Rússia, Polónia, China e Índia.



Alemanha, 1910

Seltmann Weiden surge de uma fusão entre duas empresas. A empresa alemã é reconhecida pelos seus elevados padrões de qualidade e sustentabilidade. Detentora de um selo *be green*, o grupo Seltmann produz de acordo com as normas ecológicas e de saúde. Quanto ao design, a Seltmann apresenta opções para todos os gostos, desde produtos com uma abordagem mais tradicional até produtos com um design mais contemporâneo. A sua oferta de produtos de porcelana é direcionada para o mercado doméstico, hoteleiro e restauração.



Alemanha, 1747

A empresa alemã de porcelana produz louça utilitária e decorativa - linhas de *tableware*, *hotelware* e *dinnerware*, e produtos decorativos como vasos, castiçais, esculturas, entre outros. Caracteriza-se por ser uma empresa clássica mas com uma forte vertente inovadora no ponto de vista do design e desenvolvimento de produto, contando com muitos projetos desenvolvidos com a colaboração de designers de renome mundial. Presente em vários hotéis e restaurantes no mundo, a empresa assume a responsabilidade de projetar louça exclusiva para cada cliente.

**Itália**

Itália, 1775

Líder em louça de porcelana, o seu envolvimento com o design, expressa o caráter tradicional e clássico, típico do design italiano, a exploração da forma e da cor, combinado com uma visão inovadora e criativa, através de formas contemporâneas. A empresa alemã atua no mercado doméstico e hoteleiro, sendo que 70% da sua exportação é direcionada para os Estados Unidos e Europa.

**Estados Unidos da América**

EUA, 1948

Mikasa Company é uma empresa americana especializada em louça utilitária e decorativa. É uma empresa reconhecida pela sua versatilidade produtiva, sendo uma das grandes líderes americanas nos produtos de *dinnerware*, *serveware*, *flatware*, *crystal stemware*, *glassware* e *barware*. Na louça utilitária e decorativa, apresenta uma grande variedade de produtos de diversos materiais distintos, sendo um deles a porcelana. A qualidade do seu design é reconhecida como o ponto forte da marca.

**Emirados Árabes Unidos**

Emirados, 1989

Em 1989 é fundada a Rak Porcelain que pertence ao grupo Rak Ceramics, uma das mais conceituadas empresas a nível mundial. Especializada no design de cerâmica de porcelana e grés, opera no mercado hoteleiro em mais de 165 países. A empresa trabalha maioritariamente por coleções, assumindo em cada uma delas um design distintivo. Guiados pelo princípio da autenticidade e exclusividade, muitas das suas linhas são desenhadas em parceria com Chefes ou outras entidades que apreciam a personalização e o design de autor.

**Japão**

Japão, 1904

Noritake é uma empresa japonesa de louça de grés e porcelana. A versatilidade decorativa é o seu ponto forte, sendo inúmeras as opções de texturas, padrões e cores presentes no catálogo da empresa. Os seus produtos, próprios da cultura oriental, apresentam um design de linhas delicadas, fluidas, inspiradas na simplicidade formal. A empresa está essencialmente centrada nos mercados de hotelaria e restauração.



Japão, 1946

Um design contemporâneo, aliando a cor em função da forma é o princípio de desenvolvimento de produtos, adotado pela empresa japonesa. A cor, a forma e a textura, segundo a visão da empresa, são essenciais para aprimorar a experiência do cliente com o produto, sendo que o conceito de design, na qual se centram, visa apelar aos sentidos, ao toque e às sensações humanas através da criação de produtos diferenciadores.

**Reino Unido**

Reino Unido, 1795

Churchill é uma empresa britânica reconhecida mundialmente no setor hoteleiro pela qualidade do design dos seus produtos de porcelana. Presente em vários hotéis e restaurantes de luxo, muitos projetos contaram com a colaboração de vários Chefes. O design da sua louça é marcado pela variedade de formas, inspiradas na organicidade e na simplicidade. Outro aspeto que se destaca é o tratamento cromático presente nas suas coleções, através da combinação de vidrados coloridos com reativos.



Reino Unido, 2000

Utopia Tableware é uma empresa de louça cerâmica de produtos de grés, faiança e porcelana. Orientada pela inovação, é uma empresa que valoriza o investimento no design como uma área fundamental para a diferenciação e alcance de diversos mercados. Os aspetos formais do design dos seus produtos vão ao encontro da empresa Churchill, também situada no Reino Unido.

**Brasil**

Brasil, 1953

A Oxford porcelanas é um grupo industrial brasileiro, fabricante de louças de porcelana e cristalaria. Associada ao mercado hoteleiro e doméstico, é uma empresa que exporta para mais de 65 países. O seu design é marcado pela expressividade das suas formas. Muitas coleções tiveram colaboração de designers, artistas ou Chefes, que contribuíram para o fator de inovação e criatividade da empresa.

**Singapura**

Singapura, 1947

Fundada em 1947, a Luzerne tem como missão a produção de louças para restaurantes e hotéis de renome mundial. É conhecida pela qualidade e design dos seus produtos, pela sua resistência e sofisticação. No catálogo da empresa existe uma grande variedade de produtos desde pratos, tigelas, xícaras, travessas, entre muitos produtos em porcelana. As suas coleções contêm várias opções decorativas, desde linhas mais tradicionais de porcelana branca, até às mais recentes coleções cromáticas que procuram responder às tendências atuais.

**Turquia**

Turquia, 1970

Esta empresa é considerada uma das três maiores fabricantes europeias de porcelana. Está presente no mercado hoteleiro e doméstico em mais de 52 países, sendo o seu principal foco a Europa. Face à sua aposta no design e tecnologia, a empresa tem conseguido responder às tendências dos consumidores de forma inovadora. Afirma-se como uma empresa que apoia o design exclusivo e contém inúmeras alternativas decorativas. Para além da produção em série, está ligada ao artesanato e à manufatura através de coleções limitadas que visam reforçar o seu interesse pela singularidade e pela criação de peças de autor.

**Figura 43** - Empresas internacionais e nacionais do mesmo setor industrial.

Fonte da autora

← Abrir página dobrada

Empresas nacionais

Portugal



Portugal, 2000

Os produtos de louça são em grés e faiança. A produção da Matceramica é 100% destinada à exportação estando presente em mais de 35 países, com destaque para os Estados Unidos da América, Alemanha, França, Espanha, Reino Unido e China. A empresa é pioneira a nível mundial na decoração de louça por impressão digital. A sua aposta constante no desenvolvimento e design de produto, através de investimentos tecnológicos como a impressão 3D, levaram a Matceramica a ser uma referência a nível internacional.



Portugal, 1824

A Vista Alegre esteve sempre intimamente ligada à história e tradição da indústria cerâmica portuguesa, tendo adquirido grande notoriedade e prestígio a nível internacional. Dedicou-se essencialmente à produção de produtos de porcelana e grés de elevada qualidade material e estética, através de técnicas artesanais e tradicionais de produção. A sua estratégia empresarial passa pela qualidade distintiva do seu design sendo detentora de inúmeros projetos que contaram com parcerias de designers e Chefes de excelência, que permitiram o crescimento exponencial da empresa como marca.



Portugal, 1998

A Grestel é uma empresa de fabrico de louça utilitária e decorativa de grés. A aposta na internacionalização, permitiu dar a conhecer no mercado externo a qualidade e a excelência dos seus produtos. Utilizando como matéria-prima os melhores recursos naturais existentes em Portugal, a Grestel alia o seu know-how sobre o material cerâmico ao design através de produtos com um design prático e funcional, de formas simples e contemporâneas, com uma exploração decorativa inovadora que se deve à exploração dos vidrados reativos.



Portugal, 1965

A Spal comercializa produtos de porcelana para o segmento doméstico e hoteleiro. O design dos seus produtos vai de encontro à generalidade das empresas portuguesas apresentadas neste enquadramento teórico. A Spal, sendo uma forte aliada dos padrões de sustentabilidade industrial, apresenta vários projetos que visam a utilização de materiais reciclados na produção de novos produtos.



Portugal, 1998

A marca Costa Nova comercializa louça utilitária e decorativa em grés fino. Os produtos desenvolvidos aliam a qualidade e o design à sustentabilidade, sendo que na empresa existem várias medidas que visam contribuir para a criação de coleções 100% ecológicas com recurso à grés e vidrados reciclados.



Portugal, 2017

A sua produção de louça cerâmica utilitária em grés foca-se em três princípios: design moderno e inovador, elevada qualidade e sustentabilidade. O investimento tecnológico permitiu à empresa investigar soluções decorativas inovadoras, como a impressão digital. A empresa desenha linhas de peças que visam assumir um compromisso de exclusividade com cada cliente, onde as coleções disponíveis, podem ser decoradas e personalizadas pelo próprio cliente.



Portugal, 1987

A Ceramirupe é uma empresa de produtos em grés. O design dos seus produtos é inspirado na natureza, através da criação de formas que buscam a simplicidade, a pureza e a singularidade. Diferenciam-se pela exploração cromática dos seus vidrados reativos, que vão ao encontro das novas tendências.



Portugal, 2008

O Studioneves é um atelier, que, dado o seu reconhecimento internacional, foi considerado para este estudo de mercado. O desenvolvimento dos seus produtos focam-se em quatro objetivos fundamentais: praticidade, durabilidade, consistência e inovação. Ligados a uma forte comunicação sustentável, o Studioneves tem a particularidade de produzir os seus próprios vidrados atóxicos, sendo detentores de um vasto conhecimento sobre a área. Orientado para o segmento hoteleiro, restauração e comercial, o atelier português está presente em vários hotéis e restaurantes de excelência, espalhados por todo o mundo.

### **As empresas concorrentes**

Numa primeira observação, é possível aferir o conjunto de empresas europeias que trabalham neste setor, sendo Alemanha e Portugal os países que apresentam uma maior concentração de empresas. Este facto poderá estar diretamente relacionado com a sua forte ligação e tradição com o setor cerâmico, bem como o seu conhecimento sobre as técnicas e tecnologia produtiva.

Em território nacional, são apresentadas diversas empresas que se assemelham à Costa Verde, quer em termos produtivos, tecnológicos e tipo de mercado, quer nas peças produzidas, em termos estéticos e funcionais. Reforça-se que a recolha realizada estende-se para além de fábricas de produção de louça de porcelana, isto é, são apresentadas empresas que produzem artigos de porcelana mas também de grés ou faiança, pois a concorrência pode ser comparada pela própria distinção entre os materiais cerâmicos.

Para além das empresas apresentadas, foi destacado o atelier português StudioNeves, por ser uma referência importante para o contexto de análise de mercado, conhecida mundialmente como uma marca exportadora especializada na produção e venda de produtos de *tableware* em grés, para hotéis e restaurantes de referência em todo o mundo.

Em suma, constata-se que no setor cerâmico de louça utilitária e decorativa, existe um grande número de empresas prestigiadas em todo o mundo, com uma forte vertente exportadora e inovadora, sendo que a Europa assume-se como líder mundial de design, produção e comercialização de produtos cerâmicos de louça de mesa.

### **Os produtos e as empresas**

Concluída a análise às empresas concorrentes, foi realizado um levantamento dos produtos que se assemelham aos disponibilizados pela Costa Verde (figura 44).

A concretização deste estudo tem como objetivo obter uma perspetiva geral da oferta presente no mercado. Para além disso, importa sublinhar que sendo a maioria dos produtos apresentados, as mais recentes coleções ou objetos produzidos pelas empresas, resultou do seu conhecimento a percepção clara das orientações internacionais do mercado.

Abrir página dobrada 

**Villeroy & Boch**  
1748

Alemanha, 1748

La boule, 2021

New moon, 2020

Craft breeze, 2020

It's my match, 2020

Lave gris & bleu set, n.d

Manufacture Rock, n.d

**Rosenenthal**

Alemanha, 1879

Velvet blue, 2021

Junto Rose Quartz, 2021

A la carte, n.d

Be color, n.d

Blend, n.d

Thomas nature water, n.d

**Seltmann Weiden**

Alemanha, 1910

Life molecule, n.d

Life, n.d

Modern life, n.d

Reflections, n.d

Fantastic collection, n.d

Beat, n.d

Growth, n.d

**FÜRSTENBERG**  
1747

Alemanha, 1747

Omnia, n.d

Zigrino, n.d

Blanc, n.d

Fluen, n.d

Scharze Linie, n.d

Auréole, n.d

Empire, n.d

**Tognana**  
la tua idea di casa

Itália, 1775

Madison Macis, n.d

Blanc, n.d

Olimpia, n.d

Naturalia Acquaviva, n.d

Rustical Tortora, n.d

Organica terra, n.d

**MIKASA.**

EUA, 1948

Talia blue, n.d

Cora white, n.d

Jade, n.d

Swirl bone, n.d

Mira turquoise, n.d

Swirl ombre blue, n.d

**RAK PORCELAIN**

Emirados, 1989

Spot, 2020

Fusion, 2020

Shaped, 2020

Amaze, 2020

Epic, 2018

**Noritake**

Japão, 1904

Mark Newson, 2020

Conifere, 2020

Bob dune, 2020

Colortex, 2020

**NARUMI JAPAN**

Japão, 1946

Aria, 2021

Mate & shiny, 2021

Aeca, 2021

Esprit, 2021

Strata, 2021

Nomadd, 2020

**CHURCHILL**

Reino Unido, 1795

Raw, 2021

Accents, 2021

Emerge, 2021

Raku Duo, 2021

Raku, 2021

Homespun accents, 2021

Patina, 2021

Kintsugi, 2021

**utopia**

Reino Unido, 2000

Coral, 2021

Umbra, 2021

Truffle, 2021

Figura 44 - Recolha de produtos das empresas concorrentes.

Fonte da autora



Brasil, 1953



Ryo Safira, n.d



Unni merengue, n.d



Zen, n.d



Spiral, n.d



Portugal, 1965



Blend, 2017



Electric Rain, n.d



Sahara, n.d



Shibori, n.d



Blue rain, n.d



Flume, n.d



Singapura, 1947



Knit, 2020



Lava, n.d



Emerald, n.d



Oyster, n.d



Rustic, n.d



Portugal, 1998



Brisa, 2021



Livia, 2021



Âmbar, 2021



Augusta, 2021



Plano, 2021



Roda, 2021



Nótos, 2021



Turquia, 1970



Galaxy, 2021



Corendon, 2021



Nanokrem, 2020



Ayla, n.d



Portugal, 2017



Ardosia, n.d



Coupe Stone, 2021



Natura, n.d



Urban, 2021



Portugal, 2000



Art & naturally I, 2021



Art & naturally II, 2021



Taiga, 2021



Flora, 2020



Cala, 2019



Grafite, 2019



Portugal, 1824



Texture white, 2020



Utopia, 2019



Vernissage, 2020



Carrara, 2017



Sauvage, n.d



Portugal, 1987



Powell, n.d



Catmint, Pasque & Fountain Gras, n.d



Namibe, n.d



Etna, n.d



Kelimutu, n.d



Portugal, 1998



Lagos Resort, n.d



Tempera, 2020



Giro, n.d



Uno, 2020



Crés, 2020



Portugal, 2008



n.d



Essential rose, n.d



Essential blue, n.d

Durante a investigação dos catálogos das diferentes empresas, retiraram-se algumas conclusões. É notória a predominância da cor e a procura intensa por novos padrões e texturas. Para além da versatilidade decorativa presente nesta recolha visual, é evidente a opção por novas volumetrias, menos convencionais e mais contemporâneas.



**Figura 45** - La boule, Villeroy & Boch.

Fonte: <https://www.villeroy-boch.co.uk/shop/all-collections/la-boule.html>

De facto, as empresas têm vindo a introduzir novos conceitos que propiciam o desenvolvimento de produtos de valor acrescentado como é o caso do produto *La boule* da empresa Villeroy & Boch que simboliza a dualidade entre a estética e a funcionalidade (figura 45). O produto consiste numa esfera constituída por um conjunto de pratos de diferentes tamanhos que podem funcionar como conjunto, ou autonomamente. Embora algumas das empresas analisadas ainda mantenham bastante presente o seu perfil histórico através de decorações ou formas tradicionais como as empresas alemãs, Rosenthal e e Fürstenberg, que têm séculos de história e tradição cerâmica, observa-se uma crescente procura pela mudança, através do desenvolvimento de formas modernas aliadas a novas explorações cromáticas e decorativas. Neste contexto pode-se destacar a coleção *A la carte* da Rosenthal, que embora desprovida de decoração, é uma coleção com um design invulgar e contemporâneo, de linhas fluídas e orgânicas que se afasta da vertente decorativa tradicional e historicista rompendo com os padrões estéticos convencionais (figura 46).



**Figura 46** - A la carte, Rosenthal.

Fonte: <https://catalogo.living.corriere.it/catalogo/prodotti/Rosenthal/A-la-Carte.shtml>

← Abrir página dobrada

Em relação às empresas que produzem essencialmente louça de porcelana, verifica-se a contínua aposta em coleções ou produtos em porcelana branca, que nunca caem em desuso e assumem um caráter intemporal e clássico. Porém, constata-se que estas empresas têm vindo a apresentar novas abordagens decorativas nos produtos, com o objetivo de acrescentar valor ao material e permitir um maior leque de opções decorativas nas peças. A exploração e conjugação de novas cores e vidrados possibilita estrategicamente uma aproximação ao mercado de oferta do grés ou faiança, que são conhecidos pela sua versatilidade decorativa, especialmente em relação ao caráter natural inerente dos seus vidrados, como se pode observar na figura 44 nas linhas de grés das diferentes empresas: Grestel (1998), MesaCeramics (2017), Matcerâmica (2000), entre outras.

Em síntese, destaca-se que as empresas têm procurado criar peças com um forte sentido estético cujo objetivo é impactar visualmente, de forma a apelar aos sentidos dos seus clientes. Atualmente existe uma preocupação na valorização das sensações humanas e experiências extraídas da ligação entre consumidor-produto. Indiretamente, esse tipo de perspetiva é transposto para a inovação das formas, na exploração de texturas e produção de pigmentos e vidrados que procuram enaltecer a competência decorativa e produtiva no ramo da louça cerâmica.

#### **4.5 Tendências: Design Consumer Trends**

Segundo Kotler e Keller (2013), uma tendência é designada como uma direção ou uma sequência de eventos, considerada previsível e duradoura. As tendências desenvolvem-se a partir das necessidades identificadas no mercado e na sociedade, logo da sua correta análise e interpretação, é possível prever e adaptar o comportamento dos consumidores e antecipar soluções que visam responder a essas necessidades. Como o período de 2019/2020 trouxe uma infinidade de mudanças, nomeadamente no comportamento do consumidor, muitas dessas alterações, serviram ao design de inspiração para novas ideias de produtos, que permitiram que se assumisse como uma área disciplinar essencial que visa atender com qualidade e excelência as necessidades dos clientes.

De acordo com uma análise realizada pela Young Entrepreneur Council (YEC, 2021) existe atualmente uma enorme preponderância de projetos que estimulem uma ligação pessoal ao produto e exaltem os sentidos, o toque, a visão, e tudo o que possa despertar reações sensoriais nos consumidores. A experiência aliada ao design, traduz-se na produção de formas que assumem não só a dimensão funcional a que se destinam, mas também o caráter simbólico e conceptual de provocar sensações, aproximar as pessoas, de estabelecer relações e criar novas memórias e experiências.

Constata-se também uma maior preocupação com as questões da higiene e segurança, acentuada nos últimos dois anos pelos efeitos da pandemia Covid-19, que levou as pessoas a procurarem produtos mais seguros e de maior qualidade. Isto motivou uma reestruturação da estratégia de marketing de várias empresas, que procuraram criar novas soluções e formas de comunicar os produtos de uma forma mais séria e rigorosa. A durabilidade dos produtos, é cada vez mais um fator importante no ato de compra dos consumidores e a qualidade valorizou-se em detrimento do custo.

Por último, não sendo uma preocupação recente, a questão ambiental tem evoluído significativamente, nomeadamente no setor industrial, onde as empresas procuraram reestruturar a atividade produtiva adotando soluções e técnicas que visem uma produção mais eficiente e rentável, mas ao mesmo tempo mais comprometida com a preservação do meio ambiente. A preocupação dos consumidores com a sua saúde e bem-estar e com o meio ambiente levou a um aumento da procura de produtos e embalagens mais seguras e ingredientes mais naturais.

### **Tableware e as tendências**

As atuais tendências de louça resultam da análise dos produtos das várias empresas anteriormente investigadas, da observação de revistas de tendências e blogs digitais de feiras internacionais. Assim, foram identificadas algumas tendências de design, que assumem um peso significativo nas preferências dos consumidores.

### Autenticidade e singularidade



**Figura 47** - Coleção Ryo, Oxford.

Fonte: <https://www.oxfordporcelanas.com.br/ryo-maresia/p>

Evidencia-se um gosto particular pela imperfeição intencional, que aproxima os consumidores a produtos únicos e reais, marcados pela diferença e singularidade. É notória a adesão das empresas a esta tendência uma vez que se verificam inúmeros produtos com um design descomprometido e informal, como se pode observar na linha *Ryo* da Oxford porcelanas, uma das várias indústrias estudadas anteriormente (figura 47). Uma linha que rompe com os padrões estéticos normalizados na produção de cerâmica, promovendo a aceitação de novas volumetrias imperfeitas, orgânicas e naturais (Tableware International, 2021a).

### Combinação de peças

Cada vez mais os consumidores procuram os produtos que integram várias peças e funções, ganhando importância as soluções que funcionam nessa perspectiva de conjunto. Existe uma nova preocupação dos designers, em criar peças que revelem a dualidade entre a decoração e a funcionalidade, e transmitam a ideia de que uma peça utilitária pode assumir simultaneamente um valor visual significativo. Para exemplificar esta tendência, existe a coleção “Plano” (figura 48) lançada em 2021 pela Costa Nova. Uma forma circular decorativa que acopla um conjunto de pratos que quando separados são utilizados de forma independente (Tableware International, 2021b).



**Figura 48** - Coleção Plano, Costa Nova.

Fonte: [https://issuu.com/costanova/docs/cat-cn\\_professional-2021\\_6919daa4526ed8?fr=sYJM0MTM2OTkyNDk](https://issuu.com/costanova/docs/cat-cn_professional-2021_6919daa4526ed8?fr=sYJM0MTM2OTkyNDk)

## Formas orgânicas e cores



**Figura 49** - Coleção Junto Aquamarine, Rosenthal.

Fonte: <https://www.rosenthalusa-shop.com/bowl-3-1-8-inch-junto-stoneware-aquamarine/>

A procura por formas irregulares, naturais, imperfeitas e fluídas são a grande aposta dos consumidores atuais. A ligação com diferentes elementos da natureza é a nova inspiração para os criadores de louça cerâmica, que procuram através de volumetrias e jogos de luz-cor, criar efeitos realistas e naturais que enfatizem essa aproximação à organicidade.

Uma vez que a presença de cor nos produtos é uma nova tendência, existe por parte da indústria uma preocupação com o desenvolvimento de novas cores e novos vidrados que possam trazer para o material cerâmico esse caráter naturalista. A linha *Junto Aquamarine* da empresa Rosenthal (figura 49), é um exemplo dessa inspiração por cores, vidrados e formas aliadas ao conceito da natureza. Os efeitos azuis produzidos pelos vidrados reativos, criam um ambiente luminoso, envolvendo os seus compradores numa atmosfera única e pessoal (Messe Frankfurt, 2021; Tableware International, 2021b).



**Figura 50** - Texture white, Mike Cuppen & Vista Alegre.

Fonte: <https://www.miekecuppen.com/en/stories/texture-and-chefs>

## Texturas

No setor de hotelaria e restauração existe uma procura crescente pela diferenciação. Os pratos devem assumir-se como produtos distintivos, para elevarem o empratamento a um novo nível de sofisticação. A exploração das texturas (figuras 50 e 51) na louça visam inspirar os Chefes a desenvolverem pratos e empratamentos criativos e únicos, e impulsionar diferentes experiências sensitivas incentivando a relação entre chefe-cliente-produto. O design tem vindo a procurar diferentes formas de inovar e extrapolar os limites decorativos da cerâmica, através da exploração de texturas que visam impactar visual e emocionalmente. Existe um grande interesse por texturas alusivas à natureza, que transmitam a sensação de produtos reais, puros e naturais (Tableware International, 2021c).



**Figura 51** - Chef's collection, Luís Baena & Vista Alegre.

Fonte: <https://jacksonscg.co.uk/vista-alegre-chefs-collection-coral-plate-glazed-finish-by-chef-luis-baena.html>

## Design Japandi

Japandi, como o nome indica, é a fusão do estilo japonês com o escandinavo, fortemente influenciado pelo princípio japonês wabi-sabi (figura 52) - um estilo de vida que visa o contentamento na simplicidade e na imperfeição. O estilo Japandi é uma aliança entre a funcionalidade escandinava e o minimalismo rústico japonês que resultam num design muito próximo à natureza e simplicidade (figura 53).

Verifica-se um particular interesse por parte dos consumidores em encontrar produtos únicos, de linhas simples e orgânicas com materiais naturais e cores associadas à natureza. O artesanato e a produção de produtos exclusivos feitos à mão é uma característica muito presente no estilo Japandi e é algo que tem sido procurado no mercado (Gorenje Keramika, 2021; Knierim, 2021; Trendbook, 2020).



**Figura 52** - Ceramic (wabi-sabi), Kintsugi.

Fonte: <https://kintsugi-australia.com.au/repair/>



**Figura 53** - Coleção Galaxy, Kutaya.

Fonte: <https://plusaward.de/en/portfolio/kuetahya-porselen-sanayi-a-s-galaxy/>

## Cerâmica branca

Embora existam no mercado atual inúmeras opções de produtos cerâmicos com diversas possibilidades decorativas, a porcelana branca continua a ser procurada pelo seu caráter intemporal e clássico (figura 54). No canal horeca (mercado de hotelaria, restauração e cafetaria) ainda se constata a forte adesão dos clientes a linhas brancas por ser considerada uma cor neutra que combinará sempre com o que está na mesa. O tom branco permite realçar os alimentos e o empratamento dos Chefes e facilita a sua higienização e segurança na utilização. Para além disso, a questão de durabilidade é muito importante no mercado hoteleiro, pelo que neste segmento de mercado ainda se verifica um grande investimento na porcelana pelas características e propriedades que possui. (Tableware International, 2021c)



**Figura 54** - Saturno Eliptico, Costa Verde.

Fonte: <https://costa-verde.com/colecoes-costa-verde/saturno-eliptico/>



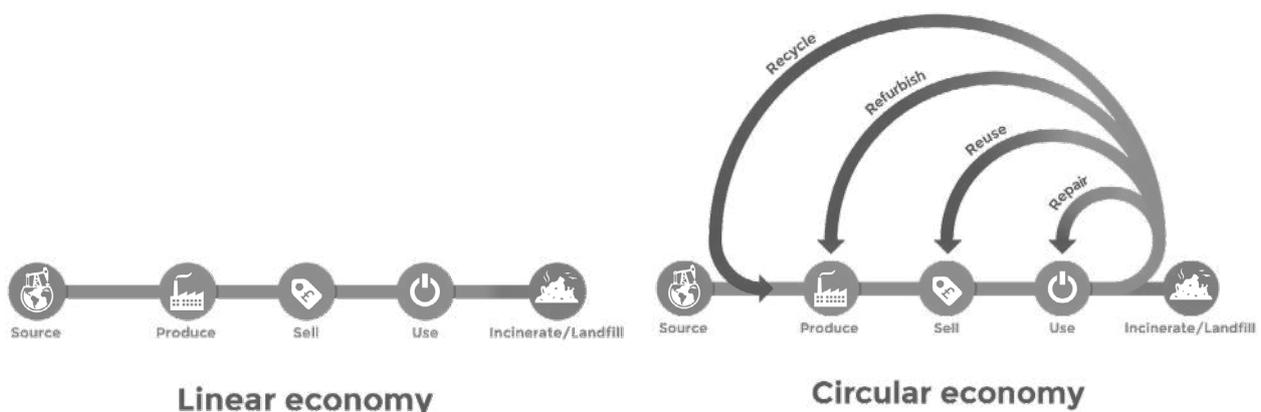
## **5. Indústria e a questão ambiental**

Como é referido no capítulo 1 (Introdução), um dos objetivos deste trabalho é contribuir para a sustentabilidade no meio industrial através do aproveitamento de resíduos naturais ou industriais para o desenvolvimento de produtos cerâmicos, considerando-se fundamental abordar a temática em questão para justificar a segunda parte do projeto prático referente à exploração de subprodutos.

Neste capítulo é apresentado o modelo circular, princípios e conceitos ligados ao tema assim como é discutida a questão do aproveitamento de resíduos para novas funções ou aplicações em diversos campos, utilizando como referência os resíduos de borra de café e casca de ovo. Por fim, para colmatar o estudo realizado são apresentados três casos de estudo de designers que atuaram no âmbito desta temática e serviram de inspiração para a realização deste projeto.

## 5.1 Economia circular

Ao contrário do modelo económico linear “take-make-waste” (figura 55), onde os produtos e as matérias-primas atingem eventualmente um fim de vida útil contribuindo para a degradação ambiental, o modelo circular tem como foco a reutilização, aproveitamento, renovação e reciclagem de matérias-primas, resíduos e produtos, transformando-os em recursos (Almeida et al., 2018).



**Figura 55** - Representação ilustrativa dos dois modelos: linear e circular.

Fonte: Circular Tayside (2017).

Ao observar-se a imagem 55, relativamente ao modelo circular, é possível verificar a importância em manter os produtos e materiais existentes em circulação pelo maior tempo possível, aproveitando os seus recursos da forma mais eficiente e rentável para evitar a sucessiva extração de matérias-primas virgens, uma vez que a sua obtenção é cada vez mais cara e complexa. A economia circular projeta produtos com todo o seu ciclo de vida útil em mente, garantindo que sejam usados durante o máximo de tempo possível. A reutilização possibilita a extensão do tempo de vida do produto e quando este já não tiver qualquer tipo de utilidade, efetua-se a sua reciclagem ou aproveita-se o que for possível aproveitar com o intuito de servir para a criação de novos produtos ou materiais para outros fins (Circular Tayside, 2017).

De acordo com Ellen Macarthur Foundation (2017) a economia circular assenta em três grandes princípios;

- Criar produtos, negócios ou serviços que reduzam ou eliminem a produção de desperdícios e a poluição ambiental;
- Aumentar o ciclo de vida útil das matérias-primas, conservando o seu valor económico e a sua durabilidade;
- Promover o aumento da longevidade dos produtos através da reparação, reutilização, reaproveitamento, renovação e reciclagem e recorrendo ao uso de energias renováveis.

Em suma, são vários os benefícios obtidos com a implementação do modelo circular. Segundo Paula (2018) para garantir uma utilização eficiente dos recursos, a projeção de produtos, processos e serviços deve assentar nos princípios da desmaterialização, reutilização, reciclagem e recuperação dos materiais. Só assim é possível a contínua reintrodução dos produtos no ciclo produtivo. Para o seio empresarial, isso traduz-se em reduções substanciais nos custos e na otimização do processo produtivo, na redução da poluição e na diminuição da extração e utilização de recursos e matérias-primas virgens.

A aplicação gradual da circularidade no meio industrial, despoletou mudanças em várias áreas. No caso das áreas de design e engenharia verificou-se a procura por novas oportunidades de inovação através da criação de produtos,

projetos e serviços baseados nos princípios sustentáveis do modelo circular o que tem vindo a contribuir significativamente para o dinamismo económico e ecológico industrial. Para além disso, a adoção de estratégias de desenvolvimento de produtos e processos simplificados permitiu uma melhor gestão do ciclo de vida e longevidade dos seus produtos (Gallaud & Laperche, 2016).

## 5.2 Sustentabilidade na Indústria

Nos finais dos anos 80 surge uma abordagem de design que se foca nos problemas ambientais de um produto ao longo do seu ciclo de vida, sem comprometer a sua qualidade, aparência e custo associado designada de *Ecodesign*. Este é considerado um sistema que integra preocupações ambientais no processo de design de produtos, pois estima-se que esta etapa seja responsável por cerca de 70/80% dos impactos ambientais relacionados com o produto. A implementação deste conceito visa a otimização desta etapa tendo em conta todas as fases do seu ciclo de vida, cujo objetivo é simplificar os métodos produtivos industriais e aumentar a longevidade dos produtos de forma a reduzir o impacto ambiental causado pela contínua adoção do modelo linear na atividade industrial (Almeida et al., 2018; Vicente et al., 2012).

Conforme já mencionado, o reaproveitamento ou aproveitamento dos desperdícios ou resíduos gerados na produção é um dos principais objetivos do modelo circular. A sua reutilização, seja para que finalidade for, contribui para que as empresas se aproximem desse modelo económico. No caso do setor cerâmico segundo o Centro Tecnológico de Cerâmica e Vidro (CTCV, 2019), constata-se a integração do *Ecodesign* através da implementação de sistemas ambientais que procuram responder a problemas provenientes dos processos industriais como por exemplo a geração de resíduos resultantes dos processos de fabrico.

De acordo com o que é referido por Rocha et al. (2010), nos setores de louça doméstica, sanitária e técnica, os principais aspetos ambientais resultantes do processo industrial que merecem particular atenção são: as emissões atmosféricas, a geração de resíduos como as águas e lamas residuais derivadas dos processos e os grandes

consumos de energia. Porém, face à inovação tecnológica atual e à integração de soluções estratégicas ambientais, tem sido possível responder a esses problemas através do: reaproveitamento e reciclagem dos resíduos gerados na produção (águas, poeiras, cacos cerâmicos e lamas) para a sua reintrodução no ciclo produtivo ou servirem como fonte de matéria-prima a outras indústrias, dispensar a utilização de materiais poluentes ou substituição por opções mais sustentáveis, aplicação e gestão de técnicas produtivas mais eficientes que permitam a otimização das etapas de fabrico e dos vários setores industriais.

Da mesma forma que estas medidas e modelos sustentáveis foram fundamentais para a indústria, também influenciaram as áreas de design e engenharia que se tornaram determinantes na comunicação de novos padrões de consumo sustentáveis.

Para Cheschin (2016) a crescente consciencialização ambiental nas indústrias levou os designers a reformularem os seus métodos e estratégias de trabalho e a adotarem novas abordagens aos processos de desenvolvimento de produtos, incentivando práticas criativas que tenham impacto ao nível da:

- **Inovação de produtos** (abordagens de design focadas na melhoria de produtos já existentes ou a criação de novos);
- **Inovação na relação sistema de produto-serviço** (o foco transcende a individualidade de produtos para combinações integradas de serviços e produtos, criando novos modelos de negócios);
- **Inovação espaço-social** (foco nas condições humanas e na relação produto-espaço-consumidor);
- **Inovação do sistema sociotécnico** (foco na tecnologia e inovação social).

Conclui-se que a introdução do modelo circular na indústria originou novos paradigmas e novas preocupações ambientais e sociais. Também contribuiu para a valorização de diferentes áreas disciplinares, como o design, que assume a função de priorizar a preservação ambiental e comunicar à comunidade a importância da adoção de políticas e modelos mais sustentáveis para o futuro do planeta. E ainda, ao atender às necessidades industriais, económicas e sociais através da criação de projetos,

processos, produtos e serviços com recurso à colaboração interdisciplinar de diversas entidades ou áreas distintas propícia o desenvolvimento de novas oportunidades de negócio e inovação (Design Council, 2021).

### 5.3 Green Design: conceitos "Sustainable Design" e "Industrial Ecology"

A sociedade atual está inserida num processo de reflexão e reorganização dos seus sistemas produtivos e de consumo. Ainda que se encontre muito presente a adoção do modelo linear no setor industrial, mesmo sendo várias as consequências nefastas da sua utilização como a destruição dos ecossistemas, o esgotamento dos recursos e a poluição ambiental, com a introdução de medidas e soluções ecológicas no desenvolvimento de produtos, processos ou serviços, surgiram alguns termos que associam o design à sustentabilidade, tais como: *Green Design*, *Sustainable Design* e *Industrial Ecology*. Embora sejam conceitos ligados à sustentabilidade, significam coisas distintas quando relacionadas com o processo de *Ecodesign* (figura 56), que visa a conceção de produtos, serviços e espaços mais sustentáveis, preocupando-se com todas as etapas do ciclo de vida produtivo de forma a antecipar soluções e estratégias que visem a continuidade dos resíduos gerados nos processos industriais (Fast Foward Design, 2019).



**Figura 56** - Os quatro principais pilares do Ecodesign.

Adaptado de: <https://www.ffdesign.cc/single-post/2019/09/14/greendesign>

## **Green Design**

O *Green Design* é uma designação atribuída a uma categoria de design que engloba a preocupação ambiental. É considerada uma terminologia geral onde se inserem os restantes conceitos associados à sustentabilidade como *Ecodesign*, *Sustainable Design* e *Industrial Ecology* (Fast Foward Design, 2019).

### **Conceito “Sustainable Design”**

(design sustentável)

Este conceito pode ser designado de design sustentável ou ecológico. Enquanto que o *Ecodesign* se foca essencialmente no impacto ambiental, o design sustentável trabalha todos os termos de sustentabilidade: social, económica e ambiental. O objetivo inerente a este conceito ecológico tem como base estabelecer o equilíbrio entre os três diferentes campos quando se projeta um determinado produto, espaço ou serviço, o que significa que esse produto ou serviço deve contribuir para o bem-estar social, deve ser economicamente viável para todos os intervenientes e não prejudicar o ambiente (Fast Foward Design, 2019).

### **Conceito “Industrial Ecology”**

(indústria ecológica)

*Industrial Ecology* ou indústria ecológica segundo os autores Delphine Gallaud e Blandine Laperche (2016), é um campo de estudos que visa relacionar a indústria ao meio ambiente de forma a prevenir a poluição, promover a reutilização de resíduos com o objetivo de contribuir para a sua redução ou eliminação, o uso eficiente dos recursos e insumos produtivos e a extensão do tempo de vida dos produtos. É considerada uma disciplina científica interdisciplinar que reúne diferentes ciências, engenharias e modelos de negócio circulares que se preocupam em resolver as questões da poluição de forma a favorecer o desenvolvimento da economia industrial. A adoção destes princípios no meio empresarial traduz-se na cooperação entre diversas indústrias, que a partir de processos integrados de produção, procuram formas de circular os resíduos gerados nos processos, para que sirvam como subprodutos ou matéria-prima para outras indústrias.

## **5.4 Valorização e aproveitamento de resíduos**

Nos dias de hoje, os materiais assumem o papel de protagonistas. O fabrico de produtos industriais depende fundamentalmente das matérias-primas, levando à crescente procura por recursos naturais finitos, que colocam os países industrializados em risco e sob pressão na procura de soluções de reciclagem e reaproveitamento dos produtos no final do seu tempo de vida útil (Ashby & Johnson, 2010).

A produção industrial gera toneladas de resíduos industriais e naturais que são acumulados sem qualquer tipo de uso, sendo o seu destino final a deposição em aterros ou a sua destruição. Para além disso, o elevado consumo energético a nível mundial deve-se à contínua inserção de uma economia linear no setor industrial e à extração massiva de matérias-primas que conseqüentemente contribuem para a degradação ambiental (Aguiar et al., 2014).

De acordo com Kramer (2005) os resíduos são produzidos em todos os estágios das atividades humanas. Variam em termos de composição, volume, em função dos hábitos de consumo e do seu método produtivo. A sua acumulação e deposição gera preocupações voltadas para a poluição e a repercussão para a saúde humana. Alguns resíduos acabam mesmo por serem considerados perigosos, nomeadamente resíduos provenientes das atividades industriais, pois quando geridos incorretamente, tornam-se uma ameaça severa ao ambiente e à saúde pública.

Os resíduos podem ser classificados de acordo com as suas características físicas (seco ou húmido), composição química (orgânicos ou inorgânicos) e quanto à sua origem (domiciliar, hospitalar, agrícola, industrial, entre outros). Consoante a sua classificação, os resíduos são eliminados pelo setor industrial por diferentes processos. Alguns resíduos sólidos sem qualquer tipo de utilidade quando descartados, são amontoados em depósitos ou aterros industriais, enquanto que alguns resíduos líquidos consoante o seu grau de perigo são despejados nos rios e mares ou aterros preparados com camadas de proteção de forma a evitar a contaminação dos solos e águas. Os que não são destruídos ou incinerados, são reaproveitados novamente e utilizados para novos fins, como se pode observar na indústria cerâmica.

O setor cerâmico, como muitos outros setores, é responsável por alguns impactos ambientais, com destaque a produção de resíduos, que na sua maioria, são inertes ou não perigosos, tais como os produtos não conformes gerados ao longo do processo de fabrico (caco cru, caco cozido), refratários, moldes de gesso, lamas da ETAR, entre outros, que através de processos de moagem, reciclagem e tratamento das águas e lamas residuais retornam ao ciclo produtivo.

A introdução destas práticas no tecido industrial contribuem para a valorização e incorporação dos resíduos nos processos industriais e permitem a transformação de resíduos em recursos, o que paralelamente se traduz no desenvolvimento de produtos inovadores, que potenciam o desempenho dos materiais. (Almeida et al., 2018; CTCV, 2019).

Para Cabral & Morris (2010) e Gassman (2004), para além dos benefícios ambientais, o aproveitamento e gestão de resíduos em meio industrial possibilitam vantagens a três níveis: económico, comercial e organizacional (figura 57).



**Figura 57** - Vantagens do aproveitamento e gestão de resíduos.

Adaptado de Gassman (2004).

Selecionaram-se como objetos de estudo os resíduos de borra de café e a casca de ovo. O critério de escolha para a análise destes resíduos prende-se com o facto de serem subprodutos comuns no nosso quotidiano, uma vez que a borra é originada do consumo da bebida do café e a casca do consumo de ovos.

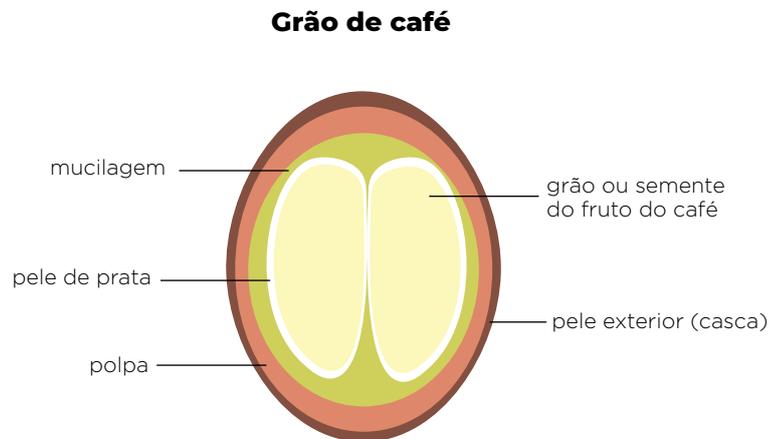
#### **5.4.1 Borra de café**

Para Magnano et al. (2019), a indústria do café é considerada a indústria que mais capital movimenta, pelo facto do café ser a segunda bebida mais consumida do mundo.

De acordo com um estudo realizado pela Organização Internacional do café (ICO, 2020) a produção global do café atingiu 169 milhões de sacos com 60 kg entre 2019 e 2020, o que se traduz numa quantidade significativa de resíduos gerados durante todas as etapas da sua produção (Nguyen et al., 2019).

A borra de café é um resíduo que contém uma elevada concentração de açúcar, cafeína, matéria orgânica e compostos inorgânicos que quando libertados no meio ambiente, sem qualquer tratamento, apresentam um grande potencial poluidor. O facto do resíduo de borra de café ser gerado diariamente em grandes quantidades e apresentar elevado risco de contaminação quando depositado nos aterros levou as indústrias a procurarem a sua reciclagem e explorarem diferentes formas de aproveitamento. Algumas abordagens têm sido desenvolvidas e aplicadas de forma a minimizar os efeitos adversos resultantes das atividades industriais do café tais como: a reciclagem da borra de café como fonte de matéria-prima sustentável para a produção de biodiesel, através da extração do óleo proveniente da borra, produção de combustível para caldeiras industriais, substrato para cultivo de microrganismos, produção de etanol e de agente fertilizante agrícola para algumas espécies de cogumelos comestíveis, entre muitas outras aplicações (Caldeira, 2015).

Para além das diferentes aplicações anteriormente referidas, os vários resíduos constituintes do grão do café (borra, polpa, casca, a mucilagem e água residual) (figura 58) têm vindo a ser utilizados para diversas aplicações, como a produção de embalagens de alimentos ativos, através da análise e aplicação das matérias-primas para a formulação de matrizes plásticas biodegradáveis (Ferreira et al., 2021).



**Figura 58** - Simplificação da constituição do grão de café.

Adaptado de Caldeira (2015).

O aproveitamento de resíduos extraídos do café agregam um potencial económico para o setor industrial. A exploração desses resíduos como fontes renováveis de baixo custo estimulam a não-geração de novos resíduos, a reciclagem das matérias-primas, potenciam a economia industrial, contribuem para a redução do impacto ambiental, favorecem uma indústria mais limpa e possibilitam a criação de novos produtos de valor acrescentado (Caldeira, 2015).

#### 5.4.2 Casca de ovo

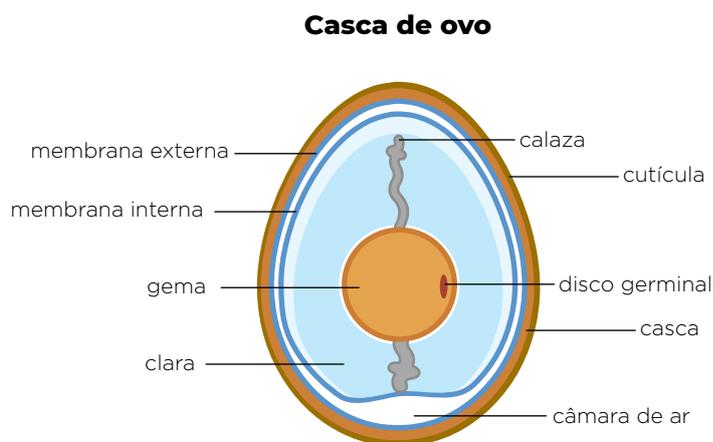
Os ovos da galinha são abundantemente utilizados na indústria alimentar por serem económicos, de fácil preparo, e fonte de diversos nutrientes e proteínas.

A industrialização dos ovos (em pó, líquidos, congelados, etc.) permite adquirir vantagens económicas, a extensão da vida útil do produto e facilita a logística de transporte e conservação, contribuindo positivamente para a gestão e economia industrial. Contudo, a produção de ovos é responsável por gerar um considerável número de cascas, que são resíduos. Ao possuir uma composição rica em sais minerais, a casca de ovo acaba por servir como apoio a várias indústrias que embora usufruam da matéria-prima e das suas propriedades, ainda a desvalorizam por ser um recurso pouco rentável (Amante et al., 2009).

Conforme referido por Tsai (2008), a estrutura da casca é composta por diversas partes sendo as quatro principais:

cutícula na superfície exterior, camada esponjosa (calcária), uma camada lamelar no interior e uma membrana interior (figura 59).

É constituída essencialmente por materiais inorgânicos com uma percentagem relativamente reduzida de matéria orgânica: carbonato de cálcio (94%), fosfato de cálcio (1%), carbonato de magnésio (1%) e alguma matéria orgânica (4%) (Amante et al., 2009; Figueira, 2014).



**Figura 59** - Simplificação da estrutura da casca de ovo.

Adaptado de Banwell (2021).

A China é considerada líder mundial na produção de ovos, detendo 40% da capacidade produtiva mundial, assumindo a liderança dos 10 maiores produtores do mundo. Na UE (União Europeia), o maior produtor é a Alemanha, seguindo-se a Itália, Polónia, Reino Unido, França e Espanha. Estes países são responsáveis por cerca de 70% da produção europeia. Em conformidade com a análise do relatório do Gabinete de Planeamentos Políticos e Administração Geral (GPP, 2020) em Portugal, nos anos de 2017/2018, o consumo anual per capita foi de 9,8 kg/habitante/ano, o que se traduz num elevado número de cascas provenientes desse consumo. Quando não são descartadas, as cascas são aproveitadas essencialmente na agricultura para corrigir o pH dos solos (Figueira, 2014).

Assim constata-se que embora seja um resíduo ainda pouco valorizado, é um subproduto que tem vindo a ser investigado e explorado em diversas áreas como por exemplo a indústria química, onde a casca serve de fonte

alternativa ao carbonato de cálcio proveniente da rocha calcária, para a redução do recurso a fontes naturais não-renováveis. (Amante et al., 2009) Para além disso, têm sido estudadas outras aplicações, como remédios para osteoporose que resultam na produção da casca em pó que passa por tratamentos químicos de ácidos acéticos, assim como a criação de suplementos de cálcio para aumentar a produção de ovos das galinhas poedeiras e melhorar a qualidade das cascas dos seus ovos, entre outras (Figueira, 2014).

Para além da indústria alimentar, farmacêutica e química, existem outras áreas que investigam novas formas de trabalhar a casca ou outros subprodutos, como a área do design, que procura através de processos criativos a exploração da capacidade formal de novos materiais como fontes de matérias-primas alternativas ao desenvolvimento de produtos cerâmicos como por exemplo os três casos de estudo a seguir apresentados que exploram diferentes resíduos ou matérias-primas naturais para o desenvolvimento de produtos cerâmicos.

## 5.5 Casos de estudo

### 5.5.1 Zhekai Zhang, Coffire Lamp

Formado em design industrial na Universidade de Tecnologia de Zhejiang em 2016 e em design de produto na *Royal College of Art* em Londres no ano de 2018, Zhekai Zhang (figura 60) é um jovem designer, que através de processos inovadores e criativos, dedica-se a desenvolver novas ideias baseadas em produtos mais sustentáveis. Tem como objetivo estabelecer uma ponte entre indústria e artesanato, vinculado por um design exclusivo. *Coffire Lamp* consiste na utilização de borra de café reciclada como pigmento sustentável para decoração de produtos cerâmicos.



**Figura 60** - Designer Zhekai Zhang.

fonte: <https://www.zhekaizhangdesign.com/about/>

O processo começa pela criação das peças cerâmicas, que após a sua primeira cozedura é aplicada a mistura de um substrato com borras de café nas superfícies das peças. De seguida embrulham-se os objetos cerâmicos com folhas de alumínio para seguirem para o forno (segunda cozedura). É a interação entre o alumínio, o biodiesel e o açúcar constituintes na borra do café, as variáveis de



**Figura 61** - Coffire lamp.

fonte: <https://www.zhekaizhangdesign.com/coffire-pendant-lamp>

temperatura, humidade e densidade dos grãos do café que são responsáveis pelas texturas aleatórias de diversas cores presentes nas peças e que levam a que cada produto seja único (Zhang, 2017) (figuras 61 e 62).



**Figura 62** - Texturas produzidas pela borra de café.

fonte: <https://www.zhekaizhangdesign.com/coffire-pendant-lamp>



**Figura 63** - Peça cerâmica feita por *Pit Firing*.

fonte: <http://janewhiteceramics.com/pit-firing/>

O seu projeto é inspirado pela técnica ancestral de *Pit Firing* designado também de processo de queima de poço que consiste na produção de peças cerâmicas ao ar livre. Através de poços escavados no chão, depositam-se as peças cerâmicas envoltas em matéria orgânica como: algas marinhas, cascas de frutas, troncos, entre muitos outros materiais de outras naturezas, como alumínio ou cobre, que sendo constituídos por óxidos ajudarão no processo de cor. Após a queima, as peças são retiradas do poços, são limpas e as suas superfícies apresentam vários padrões ou texturas naturais, próprias da reação entre o material cerâmico, o fogo e a matéria orgânica (White, n.d.) (figura 63).



**Figura 64** - Ensaios dos vidrados com borra de café.

fonte: <https://www.zhekaizhangdesign.com/coffire-pendant-lamp>

Em suma, o projeto do designer Zhekai evoca a relação entre o criador e o acaso, a experimentação e a observação, onde a descoberta é tão significativa quanto à invenção (figura 64) e para além disso é uma referência para os designers que cada vez mais se debatem sobre as questões ambientais e de que forma podem contribuir para a sustentabilidade no meio industrial e causar impacto a nível económico e social.

### 5.5.2 Agnes Kucerenskaite, Ignorance is a Bliss



**Figura 65** - Designer Agnes Kucerenskaite.

fonte: <https://www.agne-k.com/about>

Agnes Kucerenskaite (figura 65), é uma designer que explora as potencialidades das matérias-primas, transformando-as em recursos de valor acrescentado. O grande objetivo ligado aos seus projetos é a interação entre design, indústria, sociedade e meio ambiente.

*Ignorance is a bliss porcelain tableware* (figuras 66, 67 e 68) é um projeto baseado na experimentação e estudo de materiais, utilizando diferentes resíduos metálicos dispensados das indústrias para criar novos vidrados para produtos de porcelana. O processo centra-se na mistura dos resíduos metálicos com o vidrado, sendo que, quanto mais contaminado o resíduo estiver, mais potencial têm os objetos projetados.



**Figura 66** - Pratos de Porcelana.

fonte: <https://www.agne-k.com/projects#/ignorance-is-bliss-porcelain-tableware/>



**Figura 68** - Somatório das peças vidradas com resíduos metálicos.

fonte: <https://www.agne-k.com/projects#/ignorance-is-bliss-porcelain-tableware/>



**Figura 67** - Pormenor do vidrado.

fonte: <https://www.agne-k.com/projects#/ignorance-is-bliss-porcelain-tableware/>

Agnes pretende, através das suas ideias e projetos, representar por um lado, a ligação entre o trajeto abusivo do passado, onde os gastos dos recursos geraram toneladas de resíduos inutilizáveis, e por outro, a consciencialização ambiental atual, que visa a reutilização e a reciclagem de resíduos de forma a potenciar o seu valor e contribuir para a sua reintrodução no meio industrial (Kucerenskaite, n.d.).

### 5.5.3 João Margarido, De cerâmica



**Figura 69** - Designer João Margarido.

fonte: <https://cargocollective.com/omargarido/About>

O projeto *De Cerâmica* do designer João Margarido (figura 69), pertence a uma série de projetos da sua dissertação, todos eles com uma matéria-prima explorada em comum, a terra. *De cerâmica* é um projeto que visa replicar texturas de vários tipos de terra em peças cerâmicas. Este projeto visa as potencialidades dos diferentes tipos de solo para a produção de novos produtos cerâmicos. Trabalhar terra com características distintas contribui para diferentes comportamentos nas peças e conseqüentemente vários acabamentos possíveis, tanto em relação às texturas como às cores (figura 70).



**Figura 70** - Peças de cerâmica a partir de diferentes tipos de terras.

fonte: <https://cargocollective.com/omargarido/Terra-Textura>



**Figura 71** - Pormenor do vidrado.

fonte: <https://cargocollective.com/omargarido/Terra-Textura>

O processo parte de um modelo da peça feito em terra. De seguida, é necessária uma estrutura para se realizar o molde de gesso do modelo de terra. Realiza-se o enchimento e corta-se o molde em duas partes de forma a ser possível retirar o modelo. Após a secagem do molde, está pronto para a conformação das peças finais. De seguida, é realizada a sua cozedura e vidragem (Margarido, 2017).

Após cozidas e finalizadas, devido ao seu aspeto rústico e imperfeito, as peças conduzem-nos à ideia de que vieram diretamente do solo e que se formaram assim, de forma natural e pura. Foi essa transição que o João procurou transmitir simbolicamente no seu projeto de dissertação (figura 71).

## Conclusões sobre os casos de estudo

Os casos de estudo anteriores exploram diferentes formas de criar peças cerâmicas, a partir de resíduos ou matérias-primas naturais (projetos de Zhekai Zhang e João Margarido) e resíduos industriais (Projeto de Agnes Kucerenskaite) para obtenção de texturas e cores. Todos os projetos contêm intrinsecamente presente o fator de consciencialização ambiental, o que confirma uma vez mais que o design tem assumido um papel importante para a difusão de padrões de consumo sustentáveis que propiciam a criação de projetos inovadores.

É importante referir que, o candeeiro *Coffire Lamp* serviu como ponto de partida para dar início à investigação de diferentes resíduos na componente prática do projeto, pois é explorado um subproduto de interesse comum, a borra de café.

Visto que todos os casos de estudo apresentados exploram matérias-primas de diferentes naturezas para a produção de pigmentos e vidrados cerâmicos, considerou-se pertinente integrar neste capítulo uma síntese referente à temática em questão.

## 5.6 Pigmentos e vidrados cerâmicos

A estética e a integração da cor em materiais cerâmicos são considerados parâmetros determinantes para o aspeto final de um produto. Entre os possíveis métodos de coloração de produtos cerâmicos, o pigmento é considerado o processo mais estável para decoração cerâmica (Bondioli et al., 1998).



**Figura 72** - Pigmento de óxido de ferro castanho.

fonte: <https://rochaebrit.com/index.php?route=product/category&path=412>

O termo pigmento é originário do latim “pigmentum”, o que denota cor. A função de um pigmento é produzir cor em materiais, sejam cerâmicos, poliméricos ou metálicos. A indústria cerâmica utiliza essencialmente pigmentos inorgânicos, destacando-se como exemplo o óxido de ferro por se apresentar em várias cores (figura 72), pela sua atoxicidade e baixo custo. Um pigmento é descrito como uma substância inorgânica, constituída por uma matriz cerâmica de natureza cristalina e um elemento que é responsável pela coloração. Tem de ser estável termicamente, insolúvel nos vidrados, resistente a ataques químicos e físicos e não emitir gases tóxicos nem poluentes (Spinelli et al., 2003).



**Figura 73** - Projeto Kaiku de resíduos naturais, Nicole Stjernswärd.

fonte: <https://www.stjernsward.co/kaiku-living-color>



**Figura 74** - Pigmento natural de beterraba.

fonte: <https://www.stjernsward.co/kaiku-living-color>

Os pigmentos podem ser divididos em dois grandes grupos: orgânicos e inorgânicos, sendo subdivididos em naturais (extraídos da natureza) e sintéticos (produzidos através de processos termoquímicos). Os pigmentos inorgânicos sintéticos são mais caros que os naturais, pois são trabalhados quimicamente em laboratórios, onde podem ser estudadas e formuladas cores difíceis de obter com os pigmentos inorgânicos naturais e são mais estáveis química e termicamente (Bondioli et al., 1998).

Têm-se verificado um grande interesse pelo desenvolvimento de corantes e pigmentos de origem natural (figuras 73 e 74), devido à existência em grande escala de pigmentos ou corantes artificiais no setor industrial. Salienta-se que tanto um corante como um pigmento têm a função de produzir cor, as diferenças residem no facto de um corante ser uma substância solúvel e quando adicionada a um substrato, altera a cor deste, enquanto que um pigmento é insolúvel no meio onde é aplicado. Podem existir diferenças também em relação à resistência à luz e capacidade de tingimento, sendo que, um corante suporta menos luz, mas tingem mais facilmente um material do que um pigmento. Os corantes naturais podem ser produzidos por frutos, plantas, animais ou até microrganismos na forma de pigmentos extraídos dos mesmos, como as clorofilas (pigmentos verdes), os carotenoides (pigmentos amarelo, laranja ou vermelho) e os flavonoides (pigmentos vermelho, roxo, ou azul). Todos os pigmentos anteriormente designados são de fácil extração, mas apresentam desvantagens em relação aos pigmentos sintéticos, como a reduzida estabilidade à temperatura, ao oxigénio e à luminosidade, que afetam a qualidade e aparência final dos produtos. No entanto, têm vindo a ser exploradas soluções para ampliar a sua qualidade de utilização (Lopes, 2017; Tiago, 2019).

Os vidrados são a camada impermeabilizadora que recobre a superfície de uma peça cerâmica. A sua natureza pode ser apenas vítrea (constituída por uma ou várias fases imiscíveis) ou vitrocrystalina (uma matriz vítrea constituída por uma ou várias fases cristalinas). O vidrado tem a função de impermeabilizar a peça cerâmica e deve assegurar que as condições técnicas e estéticas estejam adequadas para a utilização a que se destina. (Sánchez, 1997)

As suspensões de vidrados cerâmicos são normalmente feitas por moagens a húmido dos seus constituintes com água e aditivos (ligantes, desfloculantes, etc) caso sejam necessários (Gassman, 2004).

## 6. Projeto

[Abrir página dobrada](#) →

Iniciou-se o projeto com uma auscultação a um grupo alargado de utilizadores com o intuito de recolher dados sobre as suas preferências relativamente à louça cerâmica. A estrutura do projeto divide-se em três partes: na primeira, são apresentadas todas as etapas do desenvolvimento do produto. Na segunda, é demonstrada a vertente explorativa dos diferentes resíduos e outros materiais, acompanhada dos ensaios e análise dos resultados. E a terceira parte, é a combinação das outras duas, onde são aplicados os resíduos nas peças desenvolvidas.

### 6.1 Inquérito aos utilizadores

O inquérito, realizado via online, serviu como instrumento de apoio para compreender quais são as tendências atuais dos consumidores em relação à louça cerâmica de mesa e definir qual o caminho a seguir quanto ao tipo de produto a ser desenvolvido. Obteve-se uma amostra com 120 respostas a um questionário constituído por 18 perguntas, onde os resultados obtidos estão representados por gráficos (gráficos 1 a 17).

É importante referir que a 18ª pergunta não está graficamente representada por ser uma questão de resposta aberta, onde se propõe aos inquiridos alguma sugestão ou comentário acerca de algum aspeto ou problema que identifiquem na louça cerâmica. De acordo com o panorama de respostas obtidas na pergunta nº18, concluiu-se que existe uma procura por produtos diferenciadores e criativos, que aliem a funcionalidade à estética, isto é, objetos práticos que respondam à função a que se destinam mas que ao mesmo tempo assumam um sentido estético distintivo.

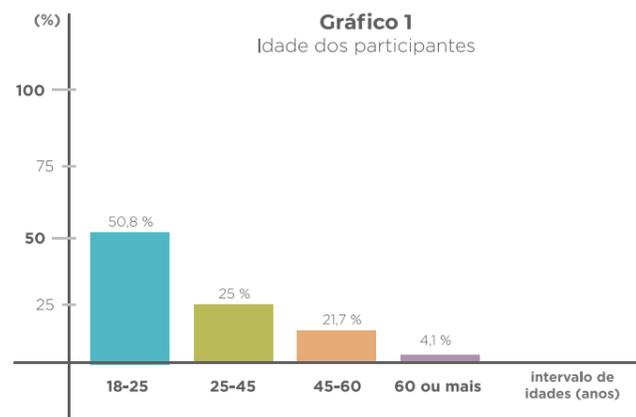


Gráfico 1 - Idade dos participantes.  
fonte da autora

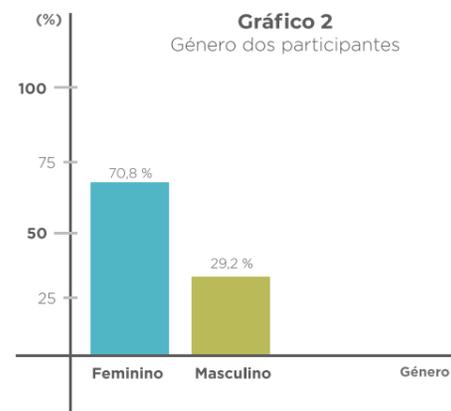


Gráfico 2 - Género dos participantes.  
fonte da autora

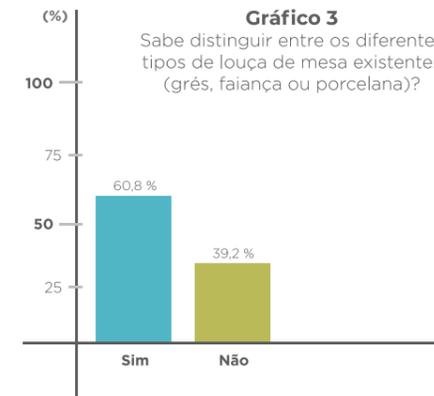


Gráfico 3 - Distinção entre os diferentes tipos de cerâmica de mesa.  
fonte da autora

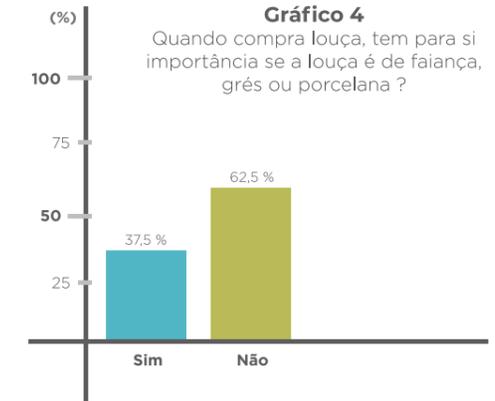


Gráfico 4 - Importância do tipo de material cerâmico no ato de compra do consumidor.  
fonte da autora

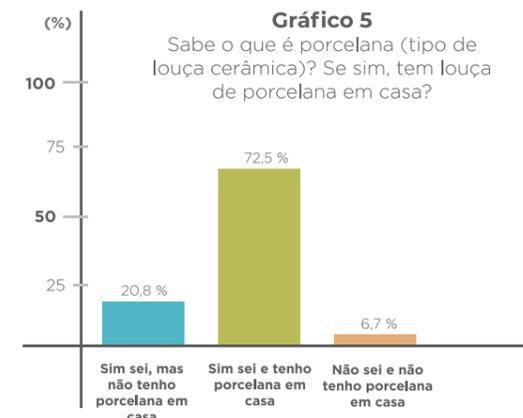


Gráfico 5 - Conhecimento do consumidor sobre porcelana e se tem louça do material em questão em casa.  
fonte da autora

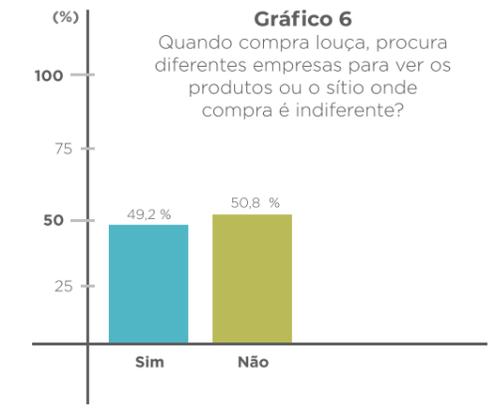


Gráfico 6 - Influência do local na compra de louça.  
fonte da autora

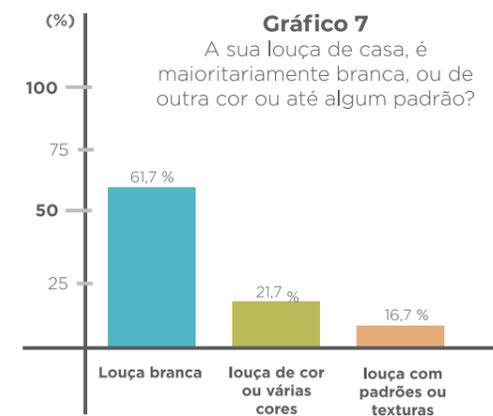


Gráfico 7 - Tipo de louça existente em casa.  
fonte da autora

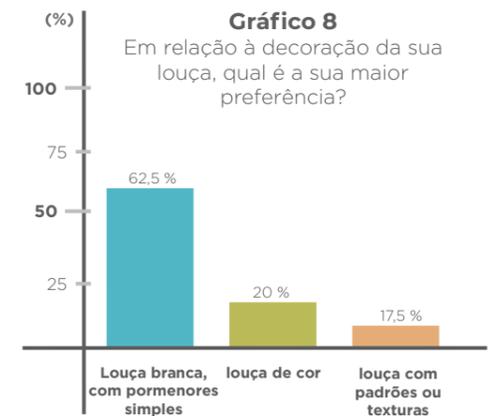
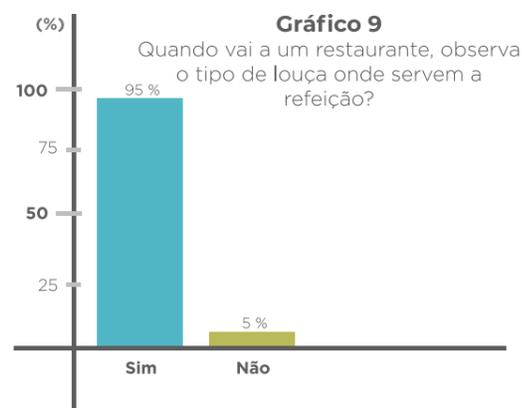


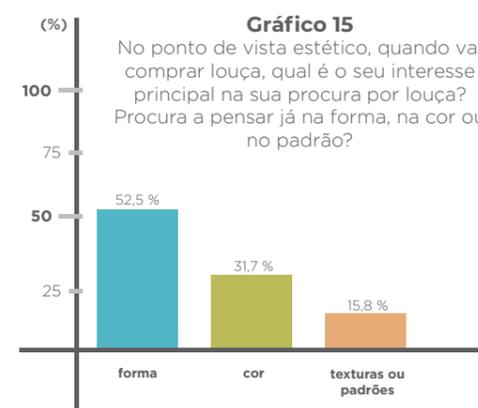
Gráfico 8 - Preferência decorativa na louça.  
fonte da autora



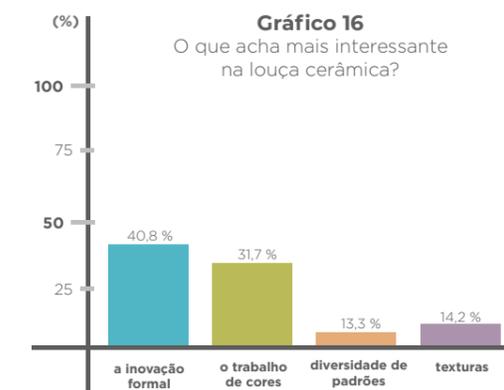
**Gráfico 9** - Observação do cliente face à louça utilizada no restaurante.  
fonte da autora



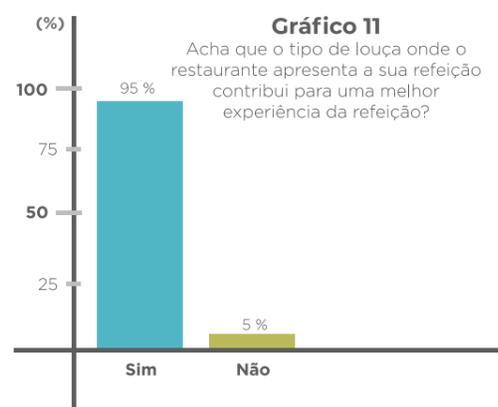
**Gráfico 10** - Influência do tipo de louça no interesse do cliente pelo espaço e ambiente do restaurante.  
fonte da autora



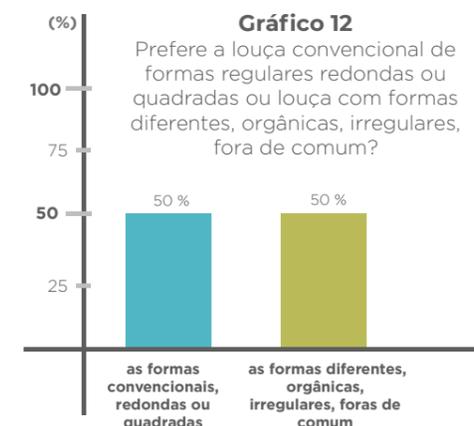
**Gráfico 15** - Foco de interesse no ato de compra de louça.  
fonte da autora



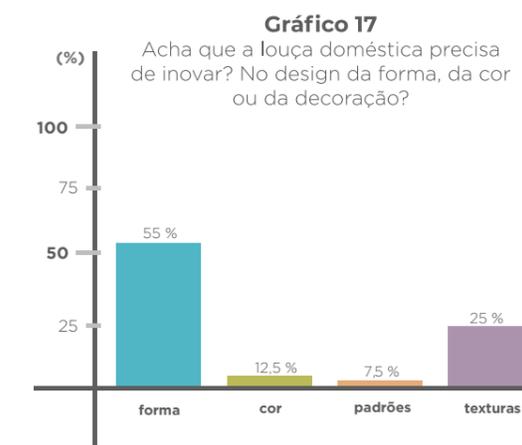
**Gráfico 16** - Aspeto mais interessante na louça.  
fonte da autora



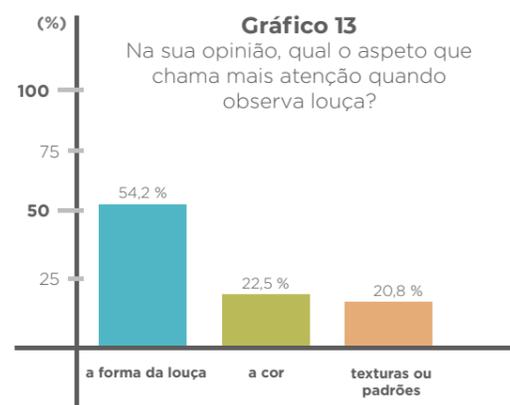
**Gráfico 11** - Contributo da louça para a experiência da refeição.  
fonte da autora



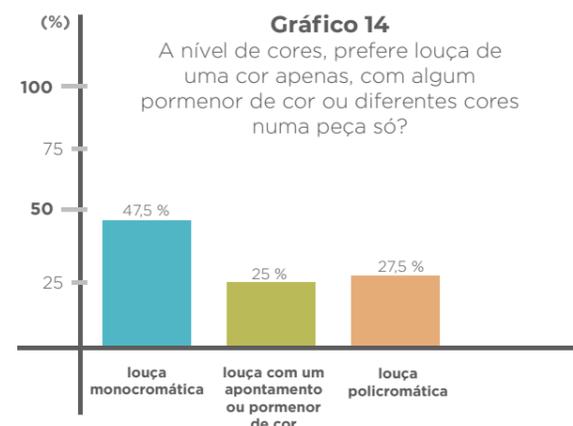
**Gráfico 12** - Preferência na forma da louça.  
fonte da autora



**Gráfico 17** - Inovação no design de louça.  
fonte da autora



**Gráfico 13** - Aspetos que realçam a louça.  
fonte da autora



**Gráfico 14** - Preferência na cor da louça.  
fonte da autora

Um dos objetivos centrais para a realização deste questionário é perceber se os inquiridos distinguem a porcelana dos demais produtos cerâmicos e quais são os parâmetros visuais e formais da louça que influenciam a sua opção de compra. A partir do gráfico 5, compreende-se que a maior parte das pessoas reconhece a porcelana e 72,5 % dos utilizadores tem louça de porcelana em casa.

Outra análise que se pode retirar é que a maior parte dos consumidores aprecia louça branca desprovida de qualquer decoração, ou então apenas com algum elemento decorativo. Quanto ao formato da louça, metade dos inquiridos optam pelas formas convencionais e tradicionais e a outra metade prefere formas mais invulgares, contemporâneas e orgânicas, o que comprova que cada vez mais as pessoas procuram produtos diferentes e originais (gráficos 8 e 12).

Quanto ao parâmetro de cor e a sua influência na escolha do consumidor, verifica-se que 47,5 % dos utilizadores tem preferência por louça monocromática, sendo que os restantes preferem louça com algum apontamento de cor (25 %) ou louça multicolorida (27,5 %) (gráfico 14).

Com os resultados adquiridos neste inquérito também foi possível concluir que uma grande parte dos consumidores quando se desloca a um restaurante, considera que a louça utilizada para o empratamento e todo o ambiente envolvente são fatores que influenciam a experiência pessoal de cada um e contribuem para a relação entre consumidor-produto-espço.

Para finalizar, procurou-se perceber qual o parâmetro a nível do design de louça cerâmica mais propício à inovação, sendo que a maior parte dos utilizadores considera que a forma/volumetria é o aspeto mais suscetível à inovação e diferenciação (gráficos 16 e 17).

## 6.2 Conceito

A definição do conceito surge após a auscultação de vários Chefes de cozinha que sublinharam a importância da louça ser fundamental para complementar o prazer que é oferecido pela gastronomia.

Neste projeto, os produtos definem-se como uma parte integrante da experiência no momento da degustação, não assumindo meramente a função de suporte para a refeição. Servirão de apoio aos Chefes de cozinha que através de cada parte constituinte do produto, poderão contar a história por detrás do seu empratamento, desde a região de origem dos seus alimentos até à sua chegada à mesa. O principal objetivo deste produto passa por aliar a experiência ao design, através de uma peça constituída por diversas partes que podem funcionar como um todo ou autonomamente permitindo que cada Chef explore diferentes composições de empratamento e extrapole os limites da sua criatividade e imaginação, revelando a sua identidade em cada prato apresentado.

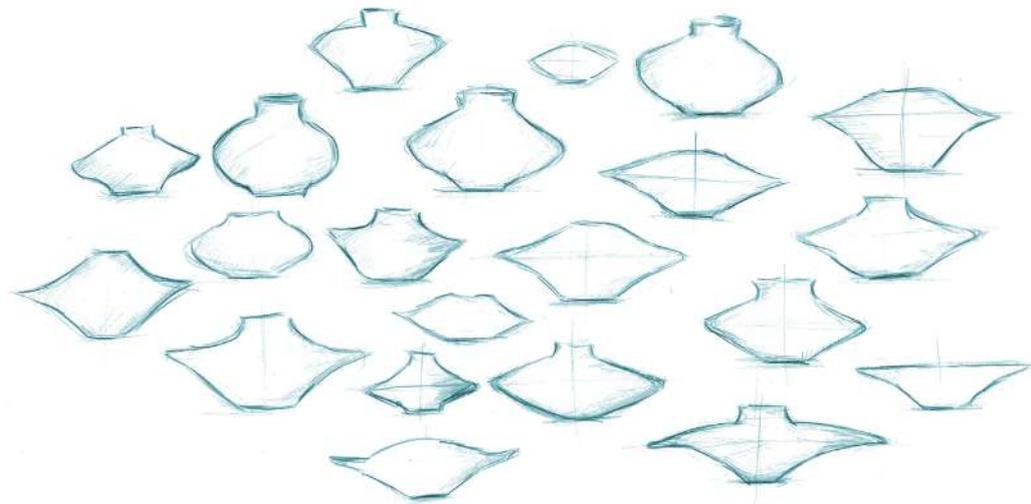
Ao produto caberá a função de contribuir para a experiência individual, tanto para quem confeciona e serve, como para quem desfruta da refeição, perpetuando uma ligação de

← Abrir página dobrada

proximidade e partilha entre o comensal-chefe-produto. Sendo um produto versátil e funcional, poderá ser conjugado de diversas formas, permitindo a cada Chef a sua utilização da forma que desejar, adaptando-o a diferentes pratos e ambientes. A exploração decorativa com recurso a resíduos naturais aproximar-nos-á da natureza e do que ela nos inspira: textura, cor, imperfeição, pureza, organicidade e autenticidade. É essa aliança entre a funcionalidade e a decoração, a complementaridade entre o perfeito e o imperfeito, entre o liso e o rugoso representado num só objeto que despoletará um contraste de sensações e experiências, que se traduzirão em momentos únicos, íntimos e pessoais.

### 6.3 Processo de desenho e forma

Considerando toda a pesquisa realizada anteriormente, a elaboração do inquérito e os princípios formulados no conceito, iniciou-se a fase de esboços. Considerou-se que os esboços deviam partir de um exercício meramente exploratório de formas e volumetrias sem nenhuma especificação formal. Nesta fase os esboços ainda são muito primitivos, sendo que o objetivo é compreender qual das formas desenhadas terá mais potencialidade a ser desenvolvida com maior detalhe (figura 75).



**Figura 75** - Primeiros esboços.

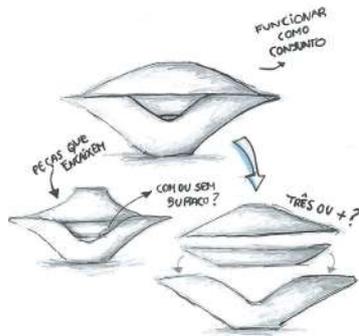


Figura 76 - Esboços pormenorizados.

Após o reconhecimento das formas com maior potencial, realizaram-se esboços mais pormenorizados. Assumindo o produto, um caráter utilitário, verificou-se que seria interessante desenhar uma peça multifuncional constituída por diversas partes. Então, de forma simplificada, foram desenhadas as possíveis divisões das peças constituintes do produto a ser desenvolvido (figuras 76 e 77).

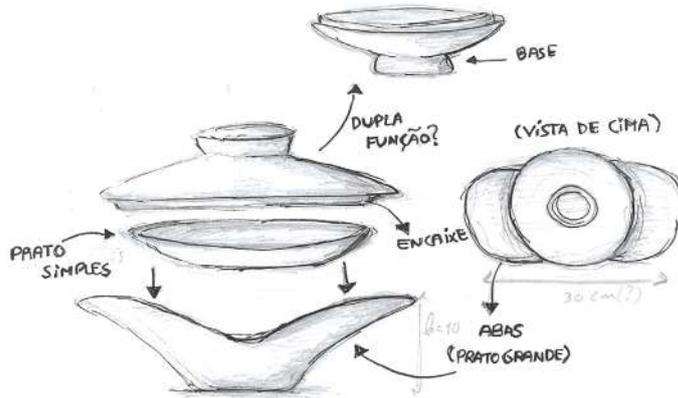


Figura 77 - Esboços pormenorizados II.

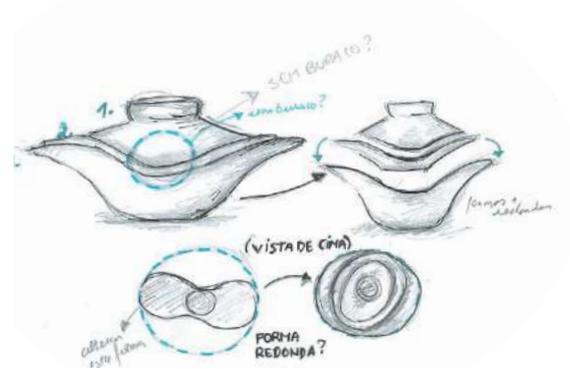
Para auxiliar a definição da forma final, realizou-se a modelação 3D dos esboços considerados mais promissores, que contribuiriam para a compreensão da volumetria tridimensional dos desenhos e selecionar o modelo com maior potencial para ser afinado. Escolheu-se o modelo 6 pela organicidade da sua forma.



Figura 78 - Modelos 3D.

Concretizou-se a prototipagem do modelo 6 em gesso através de impressão 3D para observar o aspeto real da peça e analisar se as medidas e volumetrias do modelo estão adequadas face ao dimensionamento do corpo humano. A impressão do modelo contribuiu para a reformulação do desenho e permitiu que se definisse a premissa do produto ser constituído por três peças que se encaixam entre si (figura 79).

A alteração ao desenho permitiu a simplificação da forma e propiciou o desenvolvimento de formas mais orgânicas e fluídas, que resultaram no modelo final (figura 80).



**Figura 79** - Afinação do desenho para uma versão mais orgânica e fluída.



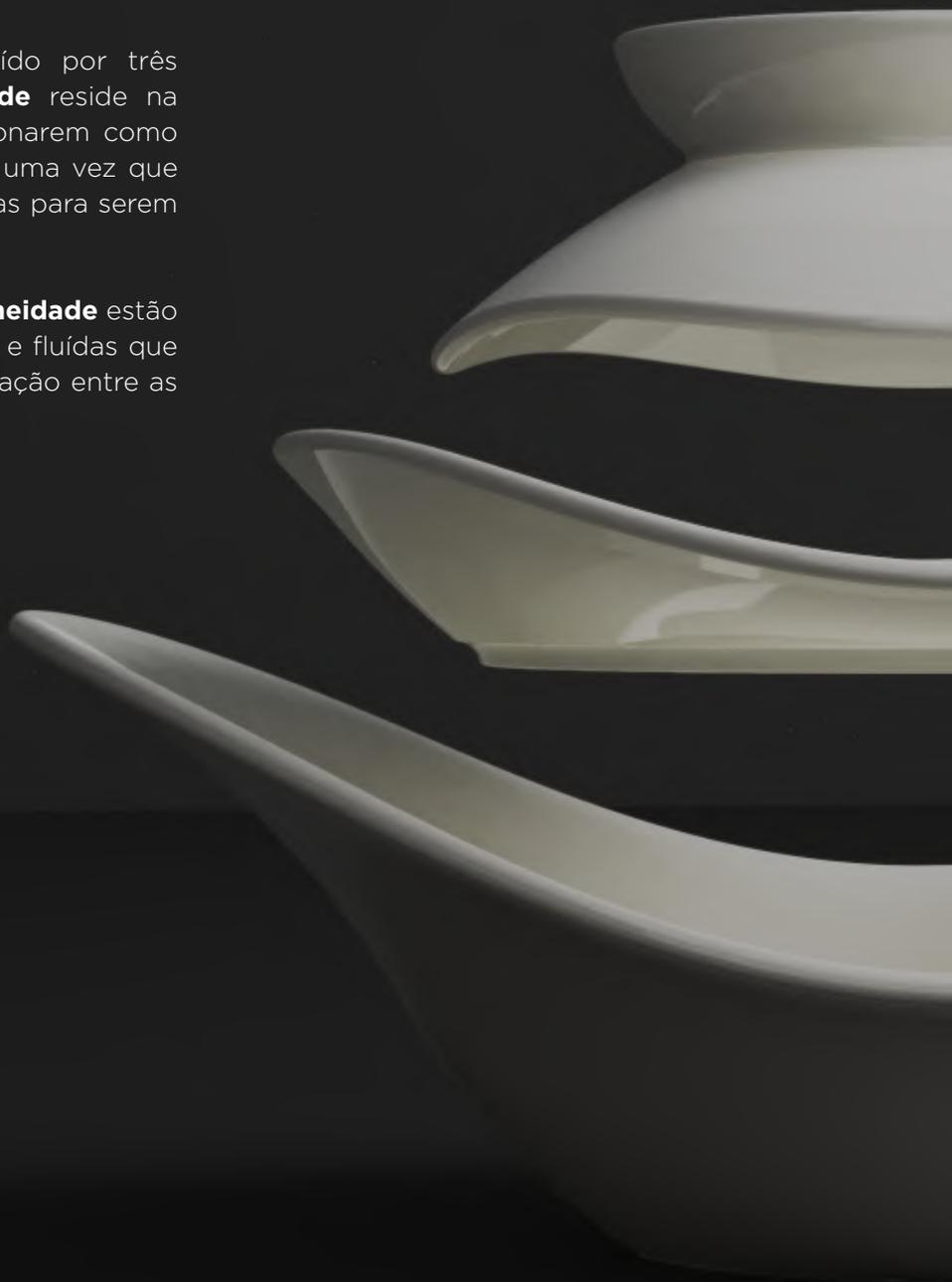
**Figura 80** - Modelo final.

## Escolha do nome: Pegasus

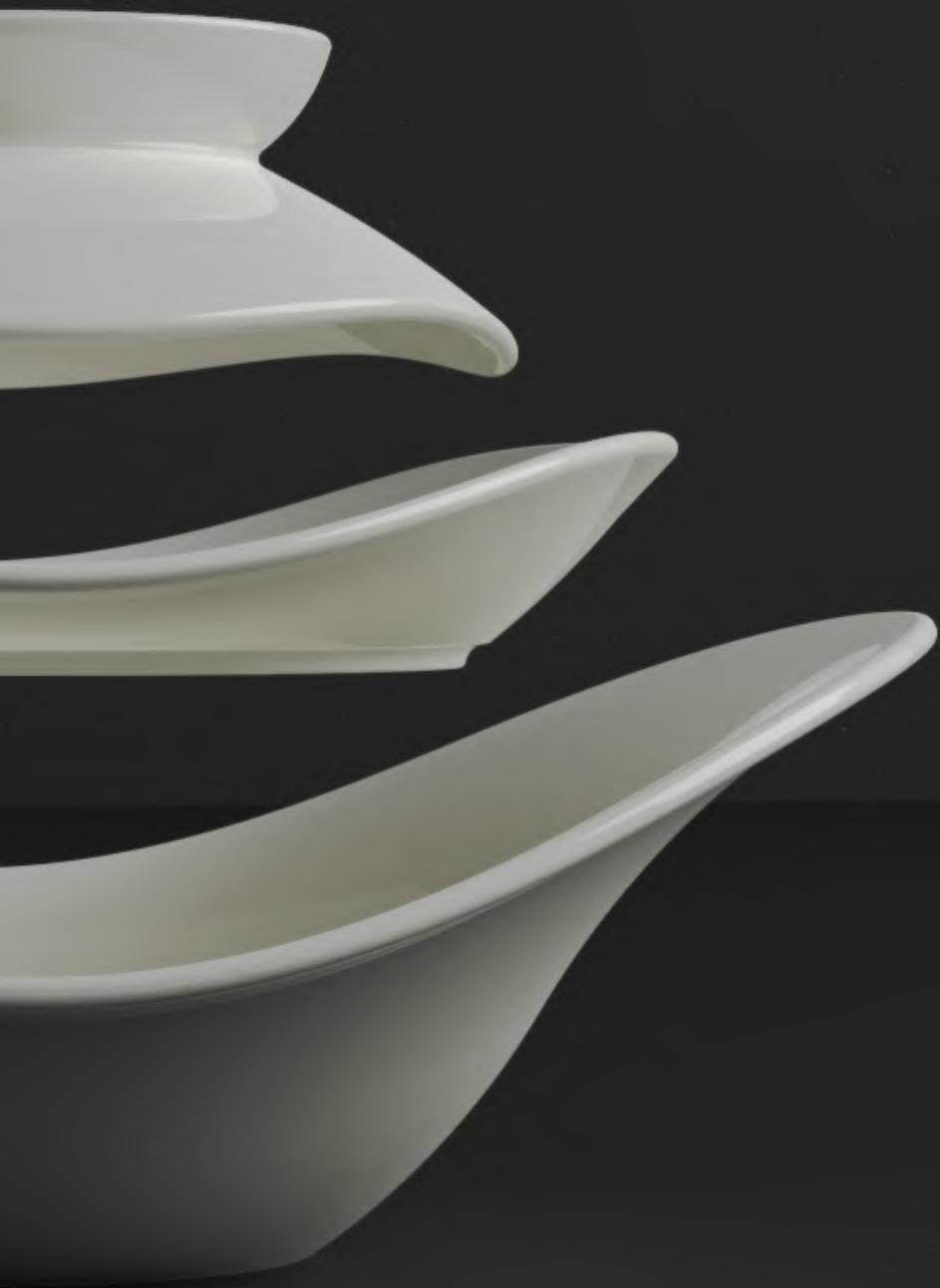
Na mitologia grega, **Pegasus** é uma figura que simboliza a arte e o poder da criatividade e imaginação. Deu-se esse nome ao conjunto para representar simbolicamente a capacidade do poder criativo do design em inovar e se diferenciar.

Sendo um conjunto constituído por três peças distintas, a **versatilidade** reside na possibilidade das peças funcionarem como conjunto, ou autonomamente, uma vez que não dependem umas das outras para serem funcionais.

A **simplicidade** e **contemporaneidade** estão presentes nas linhas orgânicas e fluídas que uniformizam e equilibram a relação entre as peças do conjunto (figura 81).



**Figura 81** - Renderização do conjunto Pegasus.



A **organicidade** do conjunto é inspirada na natureza, que consegue ser perfeita na sua imperfeição. Isso revela-se nas peças através do jogo formal nas diferentes vistas - na vista de cima, as peças assumem-se como formas perfeitas, nas restantes perspetivas apresentam-se como formas irregulares enfatizando o lado imperfeito da natureza que a torna única (figura 82).



**Figura 82** - Conjunto Pegasus (vista de cima).





**Figura 83** - Conjunto Pegasus.



**Figura 84** - Pegasus e a organicidade presente nas volumetrias das peças.

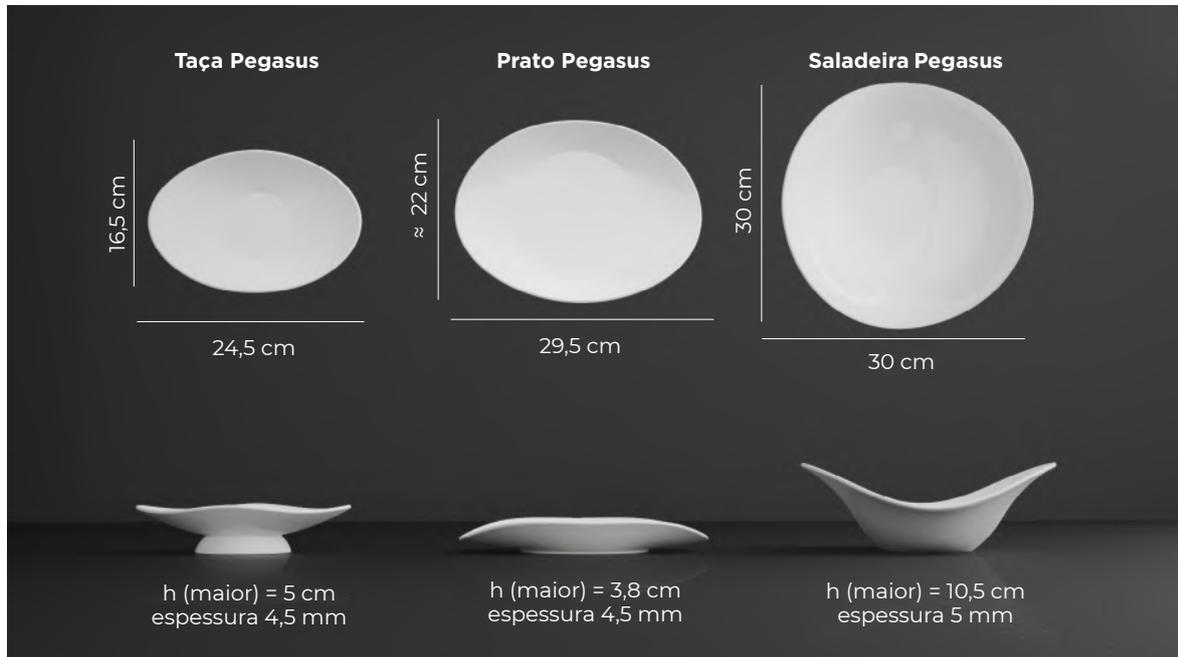
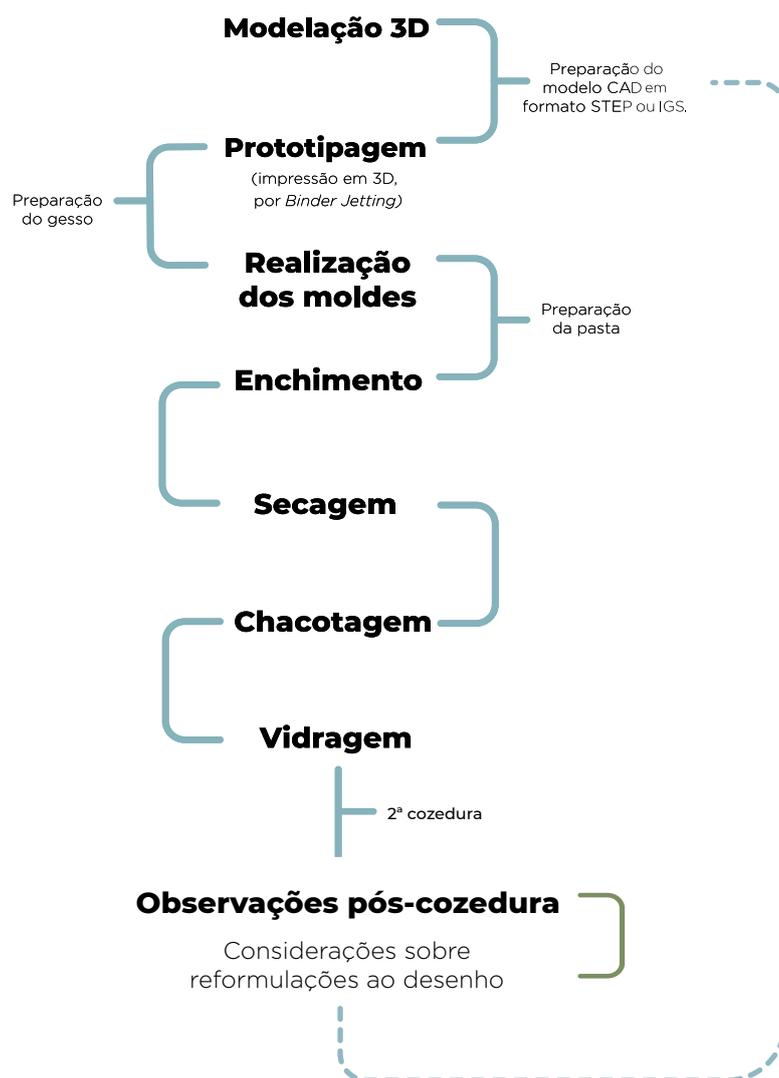


Figura 85 - Medidas principais do conjunto.



Figura 86 - Conjunto Pegasus II.

Para um melhor entendimento, realizou-se uma ilustração de todas as etapas do processo desde a modelação tridimensional até ao produto final (gráfico 18).



**Gráfico 18** - Ilustração do processo da realização do conjunto Pegasus.

### 6.4 Prototipagem

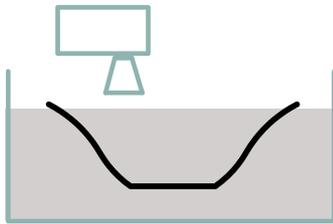


Figura 87 - Processo de binder jetting. Adaptado de Lüke (n.d).

Foi realizada a prototipagem do conjunto Pegasus em gesso por impressão 3D através do processo de *Binder Jetting* (processo de deposição de material por camadas em pó) (figura 87).

A prototipagem serviu para produzir os modelos com as devidas compensações (figura 88, modelo alterado) necessárias para a realização dos moldes por **enchimento manual**. Optou-se por este processo de forma a gerir o tempo de concretização do projeto e pela necessidade de produzir apenas um número reduzido de peças.

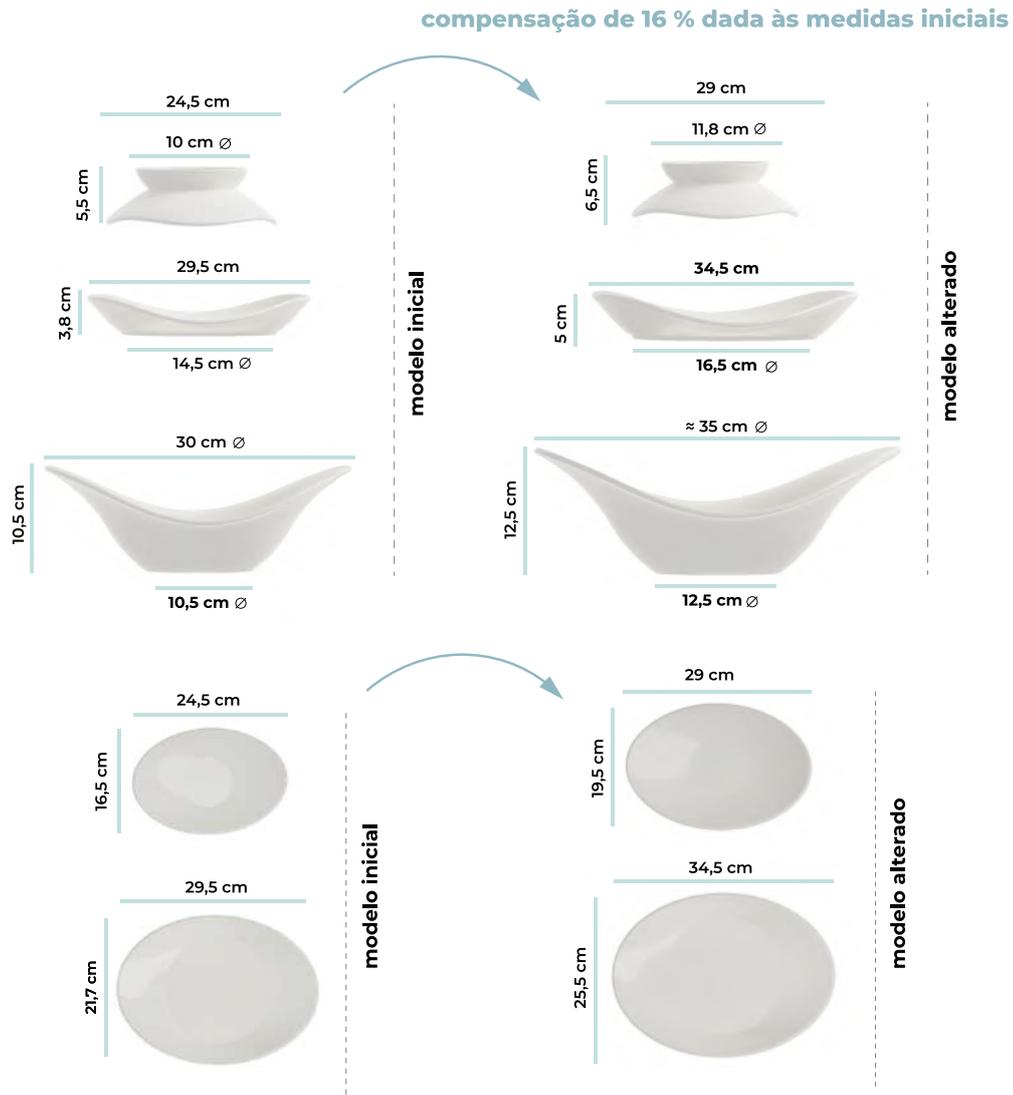


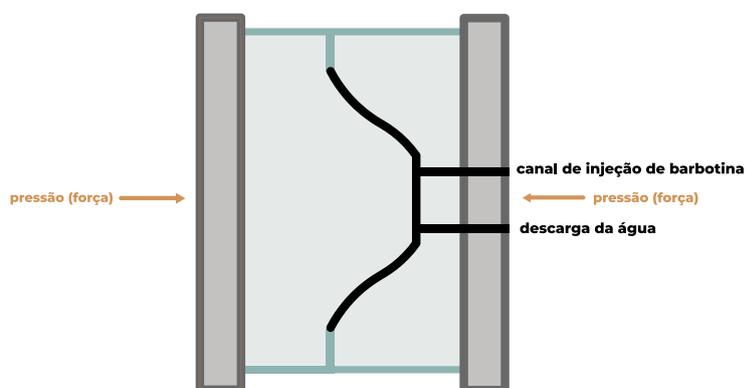
Figura 88 - Modelo inicial vs modelo alterado.

Tendo por consideração os efeitos de retração no processo de enchimento manual, foi dada uma compensação de 16% às dimensões inicialmente estipuladas, para que após a cozedura as peças se aproximem das medidas anteriormente projetadas. A compensação de 16%, é usualmente aplicada a peças conformadas pelo processo de enchimento manual. É importante referir que os efeitos de retração e as compensações dadas às dimensões das peças, são diferentes para todos os processos de fabrico, logo o comportamento de deformação de uma peça pode variar consoante o processo de fabrico utilizado.

## 6.5 Realização dos moldes

Impressos os protótipos com as compensações necessárias, seguiu-se para a fase de produção dos moldes por enchimento manual (olaria tradicional) no setor de gesso e modelação da empresa.

Foram realizados três moldes para as diferentes peças do conjunto. Os moldes foram feitos com gesso, cuja quantidade necessária variou consoante o tamanho de cada peça. Sublinha-se que o processo de fabrico utilizado para produzir as peças não é considerado o processo final para produção em série, tendo sido adotado o enchimento manual pelo seu baixo custo de produção, método que se justificava dado o número reduzido de peças a serem produzidas. Se eventualmente a linha Pegasus fosse produzida em série, o processo de fabrico mais indicado seria o enchimento por alta-pressão (figura 89) à exceção da taça Pegasus (figura 90) que devido à sua morfologia e aos seus ângulos de saída deve ser produzida pelo processo de enchimento manual.

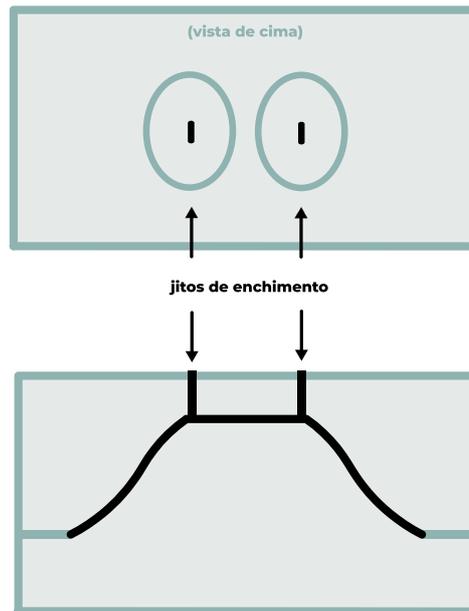


**Figura 89** - Ilustração do processo de enchimento por alta-pressão, Saladeira Pegasus.



**Figura 90** - Peças constituintes do conjunto.

Dado que todas as peças apresentam espessuras definidas e o objetivo é produzir produtos maciços, o processo de enchimento parte da criação de jitos nos moldes - os jitos são canais de enchimento por onde entra e sai a barbotina. Os jitos permitem o fluxo da pasta no interior do molde, preenchendo as paredes das peças (figura 91).



**Figura 91** - Ilustração representativa dos jitos de enchimento no molde.

Os jitos de enchimento presentes nos moldes acabam por ter a finalidade de se aproximarem ao método de enchimento por alta pressão, que pressupõe a necessidade de canais de enchimento inseridos no molde de resina para a conformação das peças, tal como é ilustrado na figura 89.

Todos os passos da realização dos moldes a seguir descritos são idênticos nas três peças e são acompanhados de imagens relativas às etapas gerais do processo (figuras 93, 95 e 97).

**Molde 1**  
Saladeira Pegasus



O molde da saladeira é dividido por duas metades (A e B). O enchimento efetua-se pela base da peça através dos jitos. A figura ilustrativa representa a posição do molde no momento do enchimento (figura 92).

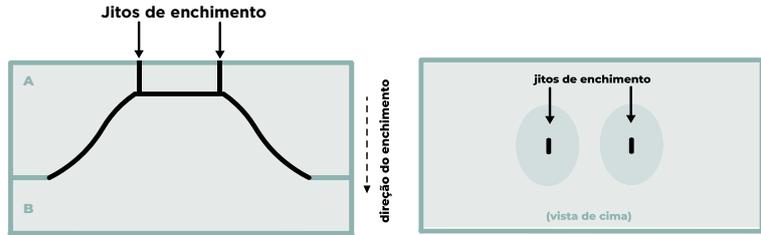


Figura 92 - Ilustração representativa do molde da saladeira.



Figura 93 - Etapas de concretização do molde da Saladeira Pegasus.

No enchimento deve-se ter cuidado na eventual formação de bolhas durante o processo de enchimento.

### 07 enchimento da 2ª metade



camada de desmoldante no molde

### 09 finalização do molde: jitos de enchimento



preparação do gesso



### 06 tratamento e acabamento do molde

Desbasta-se o excesso de gesso e realiza-se o acabamento superficial da 1ª metade do molde. De seguida, pincela-se uma camada de sabão para evitar que as duas metades do molde colem.



### 08 acabamentos finais

Por fim, na parte externa do molde perfuram-se duas cavidades ovais no sítio onde se encontram os jitos posicionados, de forma a facilitar a entrada e saída da pasta.

secagem na estufa ( 7x 24h )

**Molde 2**  
Prato Pegasus



O molde do prato é dividido por duas metades (A e B). O enchimento efetua-se da mesma forma que a saladeira Pegasus. A figura ilustrativa representa a posição do molde no momento do enchimento (figura 94).

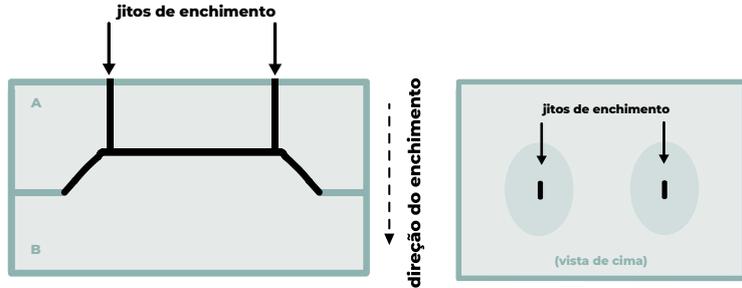


Figura 94 - Ilustração representativa do molde do prato.



Figura 95 - Etapas de concretização do molde do prato Pegasus.

camada de  
desmoldante e sabão.



**06**  
**enchimento da 2ª metade  
do molde**

Preparada a quantidade de gesso necessária para o molde, procede-se ao enchimento.

**07**  
**acabamento externo:  
jitos de enchimento**



Escavam-se cavidades ovais na parte externa do molde, de forma a contribuir para o fluxo da pasta no momento do enchimento.

camada de desmoldante.



**08**  
**acabamentos finais**

**secagem na estufa ( 7x 24h )**

**Molde 3**

Taça Pegasus



O molde da taça, ao contrário dos outros moldes, é dividido por quatro partes (A, B, C e D). Dada a morfologia desta peça e aos seus ângulos de saída, foi necessário dividir o molde por quatro módulos distintos (figura 96).

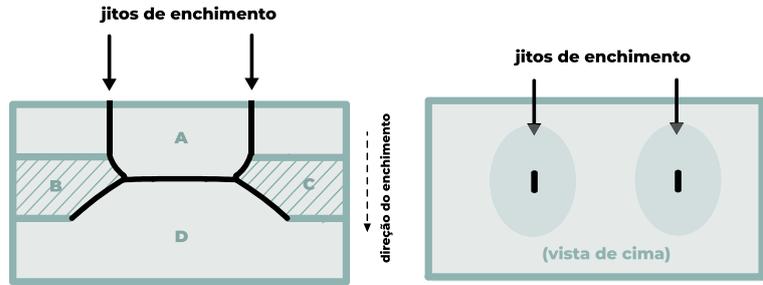


Figura 96 - Ilustração representativa do molde da taça.

produção do molde

**01**  
alinhamento e divisão da peça



**03**  
enchimento molde "falso"  
modelo base para molde final



**05**  
enchimento do molde B



camada de desmoldante na peça.

camada de desmoldante no modelo e no molde e de seguida uma camada de sabão apenas no modelo.

Preparação do gesso

Preparação do gesso



**02**  
nivelamento da peça

É necessário nivelar a peça de forma a garantir a estabilidade e o equilíbrio durante a conformação da peça final.



**04**  
acabamentos do molde "falso"

Acabamento da superfície e furação dos malhetes.

Figura 97 - Etapas de concretização do molde da taça Pegasus.

**07**  
acabamento molde A



**09**  
furação dos jitos de enchimento



preparação do gesso para o enchimento do **molde C**.

camada de desmoldante e sabão

enchimento do **molde A**

O jito localiza-se na zona interna do frete da peça. As cavidades ovais são realizadas na parte externa do molde.



**06**  
acabamento das duas metades (molde B e C)



**08**  
enchimento do molde D



**10**  
acabamento final

secagem na estufa ( 7x 24h )



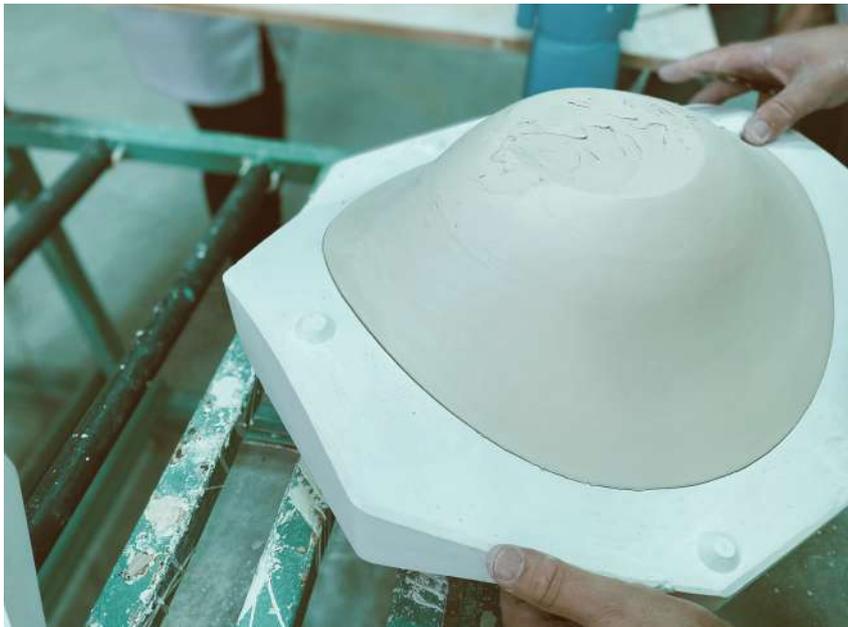
**Figura 98** - Enchimento manual da saladeira Pegasus.



**Figura 99** - Desbaste do excesso de pasta nos jitos de enchimento.



**Figura 100** - Processo de desmoldagem.



**Figura 101** - Ensaio A, peça crua.

## 6.6 Ensaios e resultados

A realização do enchimento manual das três peças do conjunto caracteriza-se como um processo iterativo de sucessivos ensaios. As páginas seguintes demonstram o processo formal das peças, de forma ilustrativa e figurativa.

Os ensaios executados apresentam variações no parâmetro do tempo de repouso da peça dentro do molde, pelo que se exemplifica apresentando um ensaio para cada tempo. Os que não são demonstrados, podem ser consultados no anexo A (páginas 180-181).





## Saladeira Pegasus

Anexo A

Designa-se de tempo de repouso, o tempo que a peça permanece dentro do molde após o enchimento, antes de se proceder à desmoldagem. Nos ensaios iniciais verificou-se que quanto mais tempo as peças permanecem no interior do molde, mais difícil é o processo de desmoldagem.

Esta dificuldade deve-se à pressão interna exercida pela peça nas paredes do molde que pode originar possíveis deformações e/ou quebras, como se pode verificar no **ensaio A**.



**Figura 102** - Ensaios da saladeira Pegasus.

Uma vez que os ensaios iniciais com 2h de tempo de repouso resultavam sempre em peças com deformações e no aparecimento de fissuras, para compreender o comportamento das peças relativamente ao fator tempo, decidiu-se reduzir gradualmente o tempo de repouso até a um mínimo de 40 a 50 minutos. Verificou-se que essa redução permitiu a diminuição da retração da peça no interior do molde, mas por outro lado contribuiu para peças mais frágeis e com menos solidez estrutural. Por saírem do molde ainda consideravelmente húmidas, levou à necessidade de desmoldar mais cuidadosamente as peças.

As deformações que ocorrem durante os processos de desmoldagem, secagem e cozedura das peças resultam: do tempo de repouso da peça dentro do molde, que pode ser excessivo ou insuficiente, da concentração de humidade nas peças, da temperatura, das características do próprio material e até mesmo da volumetria do objeto.

- A redução do tempo de repouso da peça no interior do molde, facilitou o processo de desmoldagem da peça.



**Ensaio F**

tempo de repouso: 1h

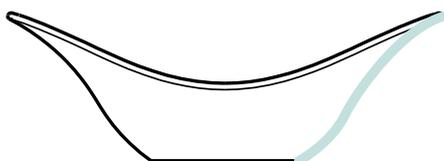


≈ 35 cm Ø

12,5 cm

**Ensaio O**

tempo de repouso: 40 - 50 min



- Este tipo de curvatura sujeita a peça a grandes deformações e quebras.

Após a desmoldagem de todos os ensaios realizados, verificou-se que as abas são as zonas da peça mais suscetíveis à deformação por ação da gravidade e por assumirem um peso significativo na estrutura da peça. As variáveis referidas anteriormente e a própria volumetria da peça podem originar a deformação e/ou a quebra da peça nas fases seguintes de secagem e cozedura (figura 103).

**Figura 103** - Ilustração da curvatura da peça.

## Prato Pegasus

O processo de enchimento do prato Pegasus é semelhante ao processo da saladeira. Foram realizados cinco ensaios com tempos de repouso que variam entre 1h-2h.



**Figura 104** - Ensaios do prato Pegasus.

Embora as volumetrias sejam diferentes, o processo de enchimento é semelhante nas duas peças. Como se verificou na saladeira Pegasus, o **ensaio A** do prato Pegasus (com um tempo de repouso de 2h) também não integrou os ensaios finais para cozedura. Concluiu-se uma vez mais que 2h é demasiado tempo de repouso da peça no interior do molde, pela formação e origem de fissuras nas superfícies da peça que se devem à pressão exercida pelo material no molde durante o período de secagem.



O prato Pegasus, pela sua geometria e curvatura acentuada assinalada a azul, está sujeita a grandes deformações nas fases da secagem e cozedura (figura 105).



**Figura 105** - Ensaio B do prato Pegasus, zona crítica da peça assinalada a azul.

## Taça Pegasus

Para a taça Pegasus foram realizados sete ensaios, sendo apenas considerados quatro (D, E, F e G) para as fases de cozedura e vidragem, por não evidenciarem deformações que fragilizem significativamente as peças.



**Ensaio D**

tempo de repouso: 1h30

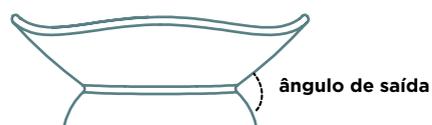


**Ensaio E**

tempo de repouso: 1h

**Figura 106** - Ensaios da taça Pegasus.

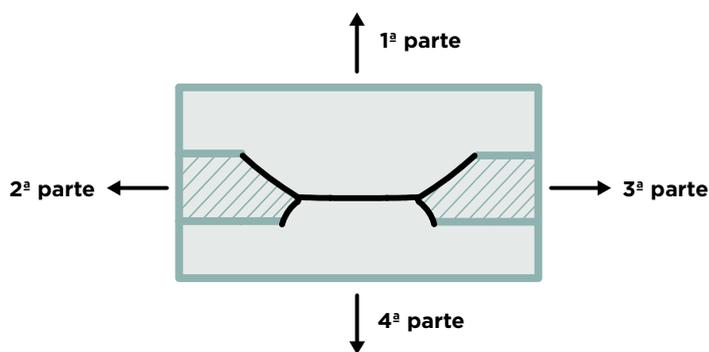
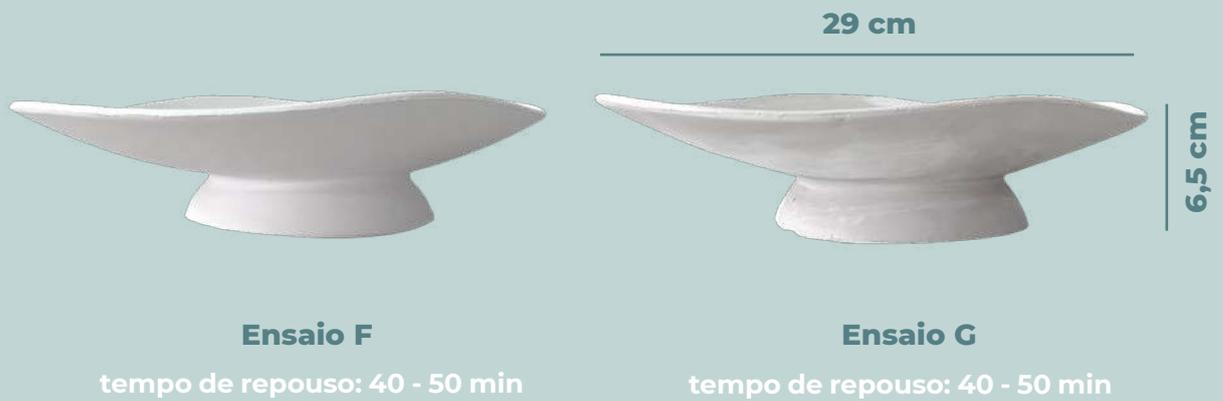
Das três peças constituintes do conjunto, a taça foi a mais difícil de desmoldar. O ângulo de saída ilustrado (figura 107), foi um ponto crítico e frágil que muitas vezes resultou na origem de fissuras ou quebra da peça como se pode verificar nos **ensaios A, B e C** (figura 108).



**Figura 107** - Ponto crítico da peça, ângulo de saída da base.



**Figura 108** - Grau de deformação dos ensaios da taça Pegasus com 2h de tempo de repouso.



Nesta peça em particular, devido à fragilidade da zona identificada anteriormente, a desmoldagem da taça exigiu um maior cuidado face às restantes (figura 109).

**Figura 109** - Ordem da saída das partes do molde na desmoldagem da taça Pegasus.



**Figura 110** - Conjunto Pegasus após vidragem.



**Figura 111** - Conjunto Pegasus após vidragem II.



**Figura 112** - Conjunto Pegasus após vidragem III.



**Figura 113** - Conjunto Pegasus após vidragem IV.



**Figura 114** - Prato Pegasus após vidragem.



**Figura 115** - Conjunto Pegasus vidrado; grau de deformação das peças após cozedura.



**Figura 116** - Prato e taça Pegasus após vidragem.



**Figura 117** - Prato Pegasus após vidragem II.

### **Observações após segunda cozedura: Deformação e retração do conjunto**

O desenvolvimento de peças cerâmicas define-se como um processo cíclico de ensaios e reformulações ao desenho, adaptações necessárias devido à retração do material e também pelas deformações que as peças sofrem durante a segunda cozedura, provocadas pela alta temperatura a que são sujeitas (figuras 118, 119 e 120).

Como se pode verificar, as três peças constituintes do conjunto sofreram deformações significativas após a segunda cozedura, que variam entre 3-32%, assumindo uma deformação mais acentuada no eixo z, que corresponde à altura das peças (figuras 121 e 122).



**Figura 118** - Grau de deformação em relação ao encaixe entre as peças.



**Figura 119** - Pormenor da folga entre a taça e o prato.



**Figura 120** - Deformação da forma circular da saladeira Pegasus.

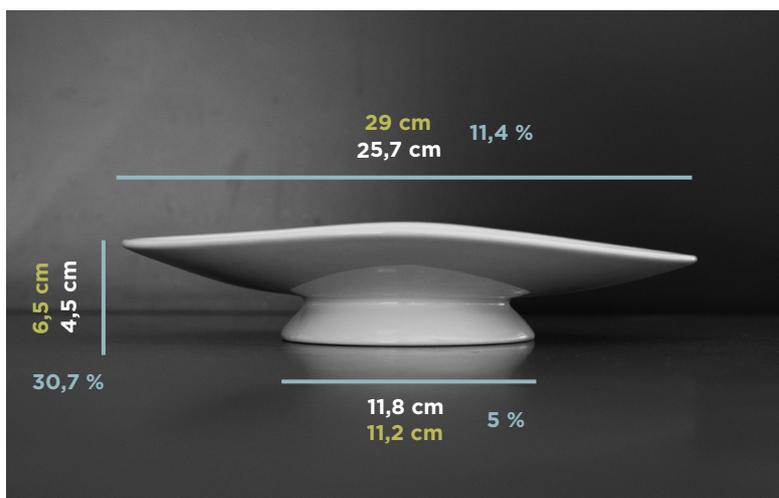
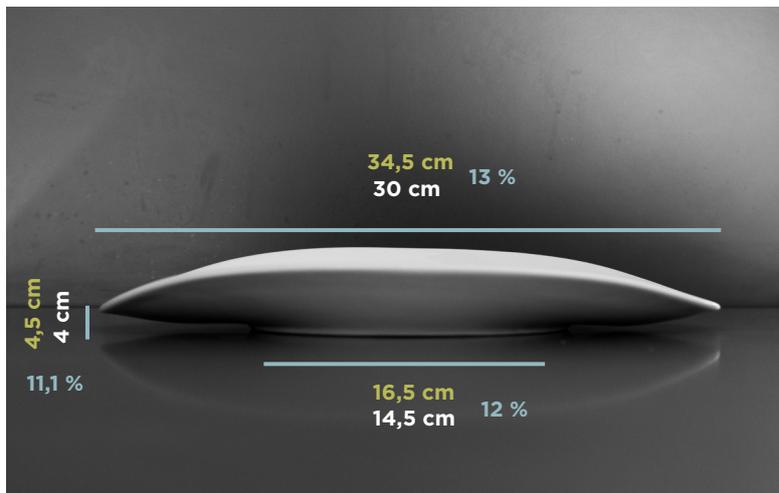
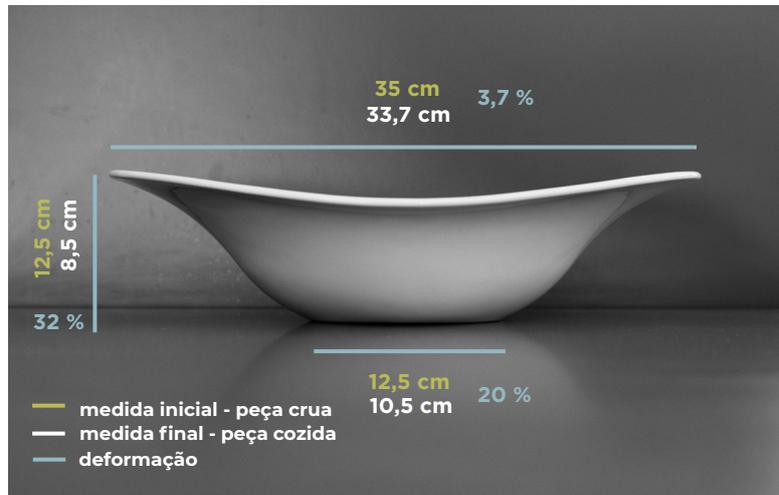
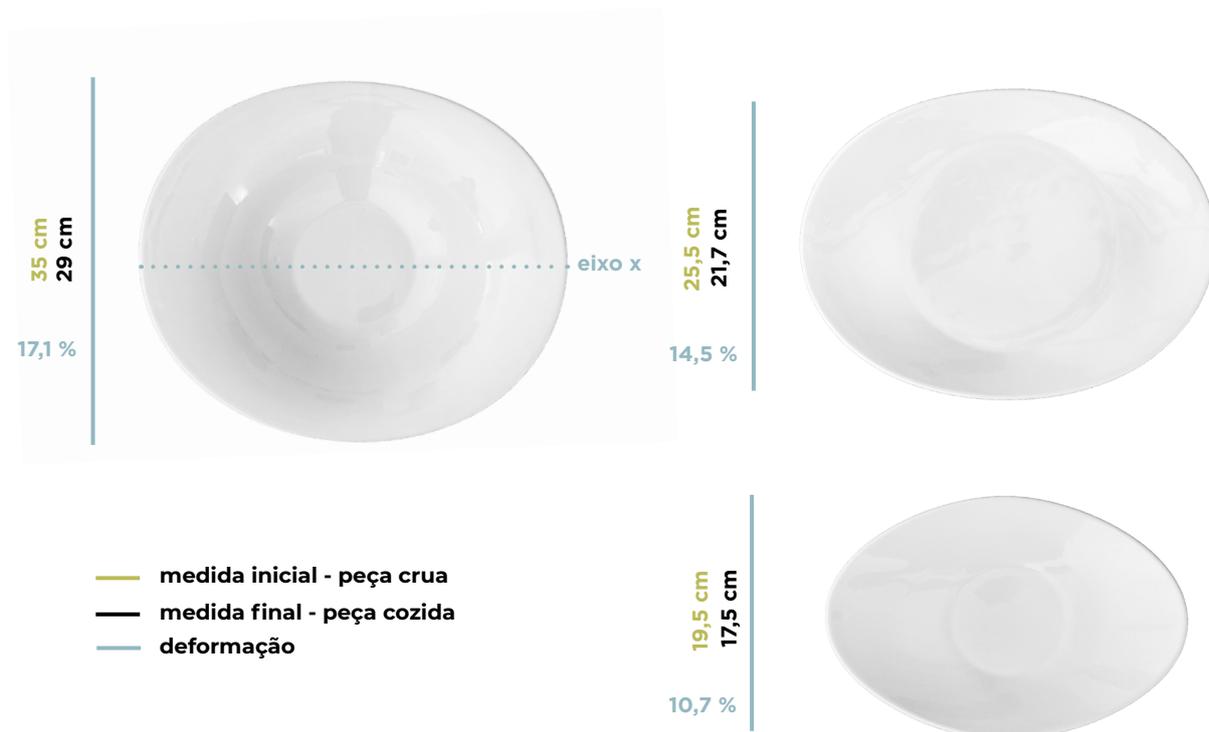


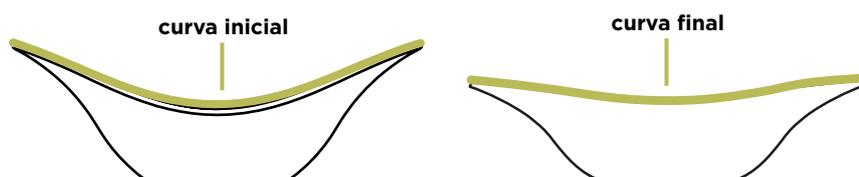
Figura 121 - Deformação das três peças após a segunda cozedura, eixo x e z.



**Figura 122** - Deformação das três peças após a segunda cozedura, eixo y (vista de cima).

Considerando os resultados obtidos nas três peças, compreende-se que a retração não foi linear nos diferentes eixos x, y e z, sendo que o maior grau de deformação verificou-se no eixo z, como se pode observar, por exemplo, na saladeira Pegasus, que apresenta uma deformação de 32%, o que significa que a peça ficou com uma altura inferior à estipulada inicialmente.

No eixo x também é possível observar a deformação presente nas peças (figura 122), que, no caso da saladeira, provocou a alteração da forma circular para uma forma oval. A retração não-linear surge da deformação das abas durante o processo de cozedura, provocando o alongamento da peça no eixo x e a diminuição da acentuação da sua curvatura (figuras 123 e 124).



**Figura 123** - Ilustração da acentuação da curva inicial e final da saladeira - vista de frente.



**Figura 124** - Deformação da saladeira Pegasus - alongamento da forma no eixo x e diminuição da acentuação da curva central da peça.

Sendo o período de estágio limitado, e sendo o principal objetivo deste projeto adquirir conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento de produtos cerâmicos, as reformulações necessárias ao desenho, serão considerações formais a ter em conta num projeto futuro.

Assim sendo, as páginas seguintes abordam a segunda parte do projeto prático, que visa a exploração de diferentes resíduos, matérias-primas naturais e outros materiais, para obter pigmentação, para a sua posterior aplicação, no conjunto desenvolvido no âmbito deste projeto.

## **6.7 Exploração cromática de resíduos e outros materiais**

Tal como referido anteriormente, este projeto, para além de desenvolver um conjunto de produtos de porcelana, também se propõe a investigar diferentes resíduos ou matérias-primas naturais para obter pigmentação, tendo como objetivo a sua aplicação nas peças cerâmicas desenvolvidas.

A investigação de diferentes resíduos e matérias-primas naturais caracteriza-se como um processo explorativo, constituído por sucessivas experiências e testes de cozedura, que contribuiram para a decisão final do resíduo a ser explorado com maior detalhe.

Esta fase do trabalho recebeu contributos de pessoas formadas nas áreas de química e engenharia de materiais, que acompanharam algumas etapas do processo e auxiliaram na realização dos testes químicos necessários.



**Figura 125** - Ensaios resultantes dos diferentes resíduos e matérias-primas naturais exploradas.

## Resíduo 1

Borra de café

Inspirado no projeto do designer Zhekai Zhang (páginas 61-62), o primeiro resíduo explorado foi a borra de café. A exploração deste resíduo tem como objetivo validar o conceito do projeto do designer e compreender o comportamento do material às temperaturas de cozedura da porcelana.

Sendo um resíduo comum e de fácil obtenção, que é gerado diariamente, em equipamentos de restauração, cantinas e até nas nossas casas, considerou-se que seria interessante trabalhá-lo.



Figura 126 - Borra de café.

## Ensaios com material de alumínio

Alumínio de uso doméstico e de uso industrial

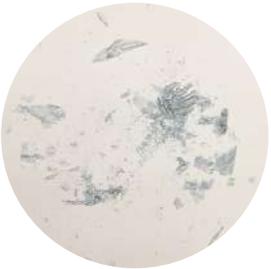
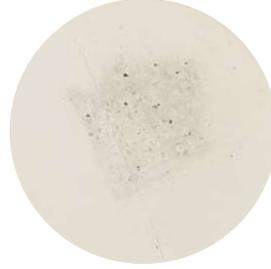
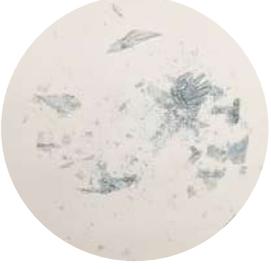
Segundo os dados obtidos no projeto *Coffire Lamp* de Zhekai Zhang, a aplicação de alumínio para cobrir as peças é fundamental no processo de obtenção de cor (figura 127). Assim, considerou-se pertinente iniciar os ensaios testando dois tipos de alumínio (uso doméstico e uso industrial) nos fornos da empresa - forno de chacoagem (1ª cozedura), forno de vidrado e forno de baixo e alto-fogo.



Figura 127 - Peças envolvidas em alumínio.

fonte: <https://www.zhekaizhangdesign.com/coffire-pendant-lamp>

No primeiro leque de ensaios pretendeu-se validar a utilização do alumínio, no desenvolvimento dos ensaios seguintes, que incluíram a utilização da borra de café e de outros materiais. Numa primeira fase, as amostras de folha de alumínio doméstico e industrial foram colocadas em pratos distribuídos pelos diferentes fornos. Estas amostras foram posteriormente testadas em conjunto com outros materiais. São apresentados apenas os resultados pós-cozedura (figura 128).

| Material                           |   |  |
|------------------------------------|---|--|
| Forno                              | Alumínio doméstico  | Alumínio industrial  |
| <b>Baixo-fogo</b><br>900 °C        | <br><b>1</b>   | <br><b>2</b>   |
| <b>Alto-fogo</b><br>1200 - 1210 °C | <br><b>3</b>  | <br><b>4</b>  |
| <b>Chacota</b><br>1000 °C          | <br><b>5</b> | <br><b>6</b> |
| <b>Vidrado</b><br>1370 - 1380 °C   | <br><b>7</b> | <br><b>8</b> |

**Figura 128** - Ensaio pós-cozedura dos dois tipos de alumínio nos vários fornos.

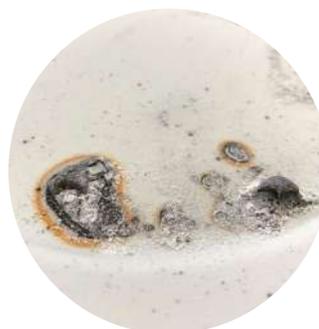
### **Análise dos resultados**

Ensaios com alumínio doméstico e industrial

Através dos resultados obtidos concluiu-se que os dois tipos de alumínio degradam-se em todos os fornos, reduzindo-se a cinzas. Nos ensaios realizados nos fornos de chacota, a baixo e alto fogo, o alumínio não provocou manchas significativas nos pratos.

No forno de vidro (1370 - 1380 °C), verificou-se uma contaminação significativa na base do prato que resulta na deterioração da superfície (figura 129). Essa deformação constata-se com maior detalhe no ensaio com alumínio industrial, onde é visível a formação de cristais provocados pelo derretimento do alumínio.

Considerando o risco de contaminação de outras peças cerâmicas na aplicação do alumínio no forno, decidiu-se proteger os ensaios seguintes, tapando-os com um prato perfurado com aberturas.



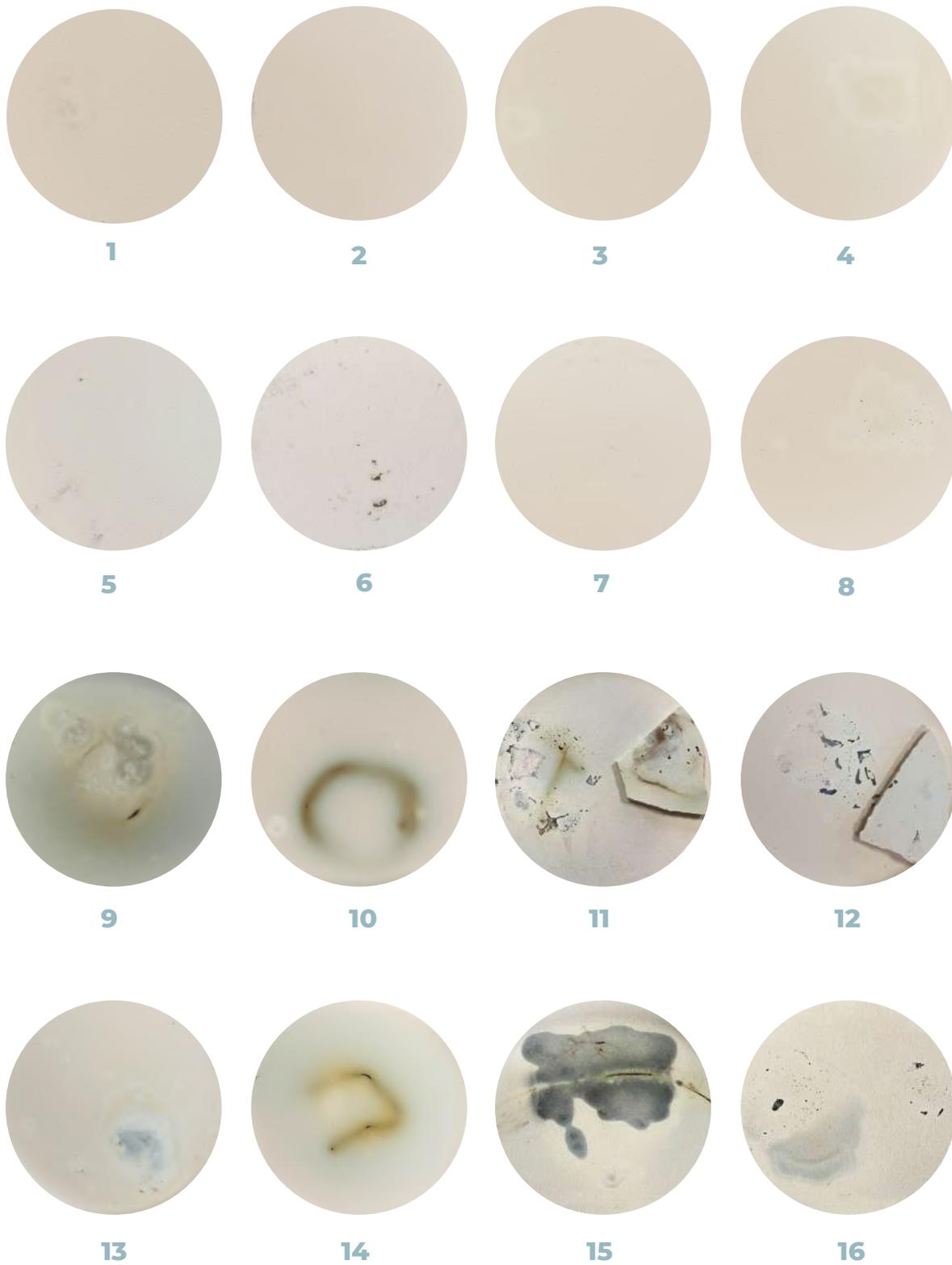
**Figura 129** - Contaminação do prato, repetição do ensaio 8 (alumínio industrial).

### **Ensaios com borra de café**

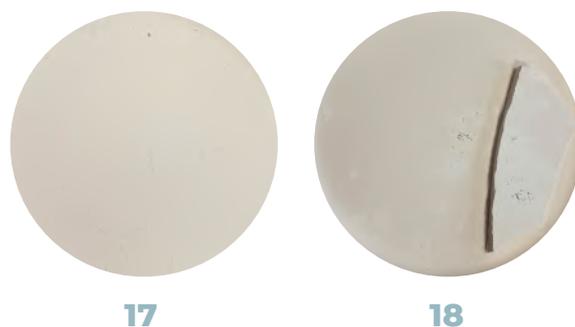
Fornos: baixo-fogo e vidro (anexo B, páginas 182-186)

Os resultados obtidos nos testes de alumínio foram visualmente semelhantes nos fornos de baixo-fogo, alto-fogo e chacota. Deste modo, optou-se por fazer ensaios apenas nos fornos de vidro e de baixo-fogo, para compreender o comportamento dos materiais com maior e menor temperatura.

Nas páginas seguintes são apresentados os resultados obtidos com alumínio, borra de café e a adição de outros materiais nos dois fornos (figuras 130 a 133). As quantidades e materiais utilizados em cada ensaio, estão disponíveis para consulta no anexo B.



**Figura 130** - Resultados dos ensaios da borra de café e adição de outros materiais no forno baixo-fogo.



**Figura 131** - Resultados dos ensaios da borra de café e adição de outros materiais no forno baixo-fogo II.

Analisando os resultados obtidos nos ensaios que envolvem a borra de café e outros materiais no forno de baixo-fogo, com uma temperatura de cozedura de 900 °C, foi possível concluir que a borra de café e as matérias-primas naturais utilizadas por si só não produzem significativamente qualquer tipo de cor, acabando mesmo por se dissiparem na fase de cozedura.

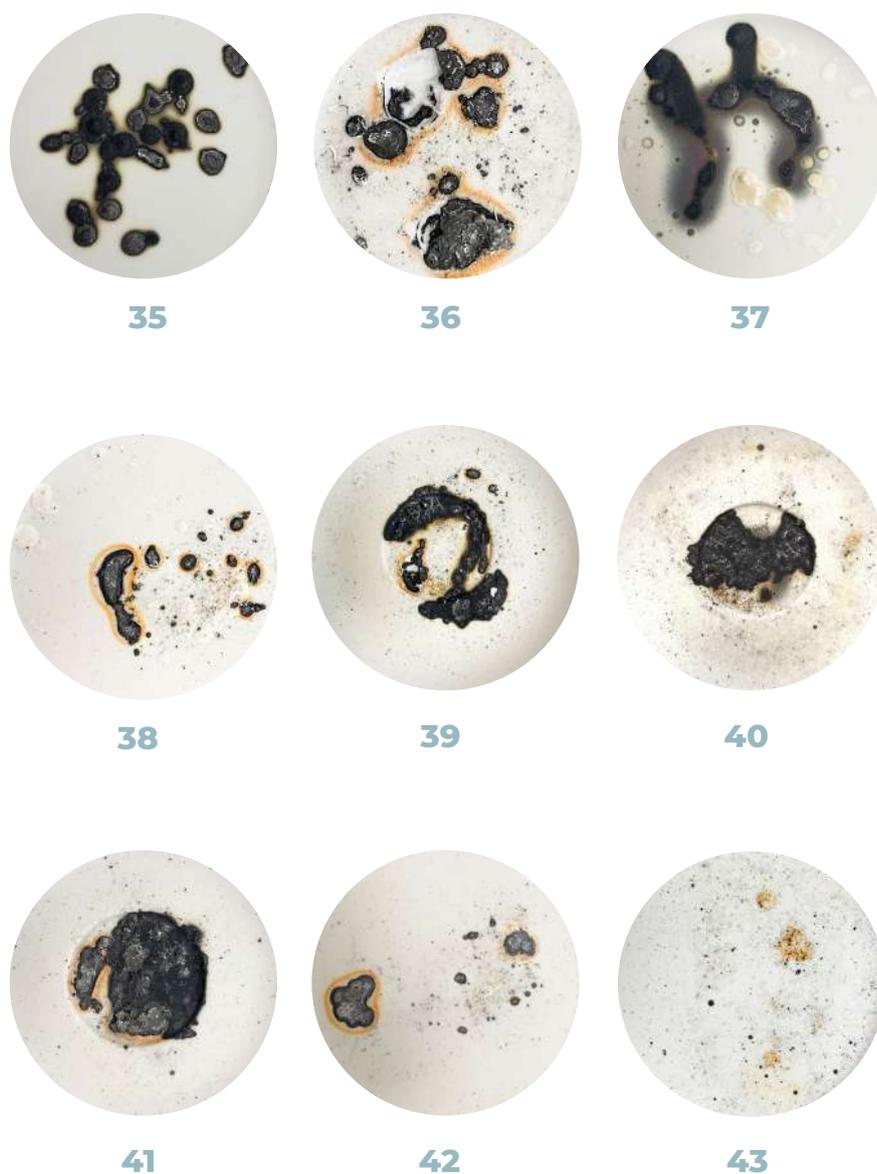
No entanto, nos ensaios onde também são aplicados materiais de natureza metálica como o alumínio ou o cobre (ensaios 9, 10 e 14) já se verifica a presença de cor.

Finalizados os ensaios da borra de café a uma temperatura de baixo-fogo, realizaram-se os mesmos ensaios a alta temperatura (1370 - 1380 °C), no forno de vidro (figuras 132 e 133). São apresentados apenas os resultados pós-cozedura.

Todos os dados referentes às quantidades e materiais utilizados em cada ensaio, estão disponíveis no anexo B (páginas 182 até 186).



**Figura 132** - Resultados dos ensaios da borra de café e adição de outros materiais no forno de vidro.



**Figura 133** - Resultados dos ensaios da borra de café e adição de outros materiais no forno de vidro II.

É notória a diferença cromática dos ensaios realizados a baixa e a alta temperatura. Nos ensaios efetuados no forno de vidro, a presença de metais como o cobre ou o alumínio (ensaios 21 a 43) é identificada pela origem de manchas negras, que se devem à fusibilidade dos materiais metálicos, que ao derreterem, provocam a deformação e deterioração das superfícies dos pratos chacotados.

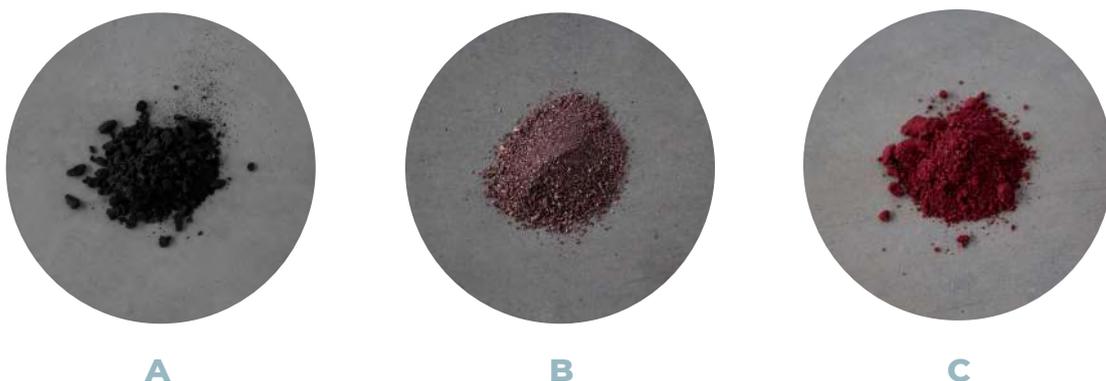
Os resultados dos ensaios só com a borra de café, ou quando misturada com outros materiais, não se aproximaram dos obtidos pelo projeto *Coffee Lamp* do designer Zhekai Zhang nem se revelaram apelativos do ponto de vista estético. Este facto e o grau de deterioração presente na maioria dos ensaios realizados, levou à procura de outras matérias-primas naturais para continuar o processo de exploração cromática.

### Ensaio com matérias-primas naturais

Beterraba, beringela e outros materiais (anexo C, páginas 187-188)

Os testes seguintes foram realizados no forno de vidro (1370 - 1380 °C) e integraram matérias-primas naturais como a beterraba e a beringela. Consideraram-se, para análise, estes alimentos vegetais pela sua cor natural e pela curiosidade em perceber o seu comportamento perante altas temperaturas.

Antes de se iniciar o leque de ensaios, as matérias-primas naturais foram preparadas de diferentes formas com o intuito de explorar as suas potencialidades. A beterraba e a beringela passaram por processos de desidratação, secagem e moagem, para facilitar o processo de mistura com outros materiais (figura 134) e a respetiva aplicação na peça.



**Figura 134** - Pó de beterraba obtido após secagem na estufa entre 200-300°C (A); Pó de beringela e de beterraba desidratada (B e C).

Os ensaios seguintes (figuras 135 a 138) consistem na mistura de matérias-primas naturais (beterraba ou beringela), com componentes químicos (bicarbonato de sódio) ou solventes (gasóleo, vinagre branco e álcool etílico).

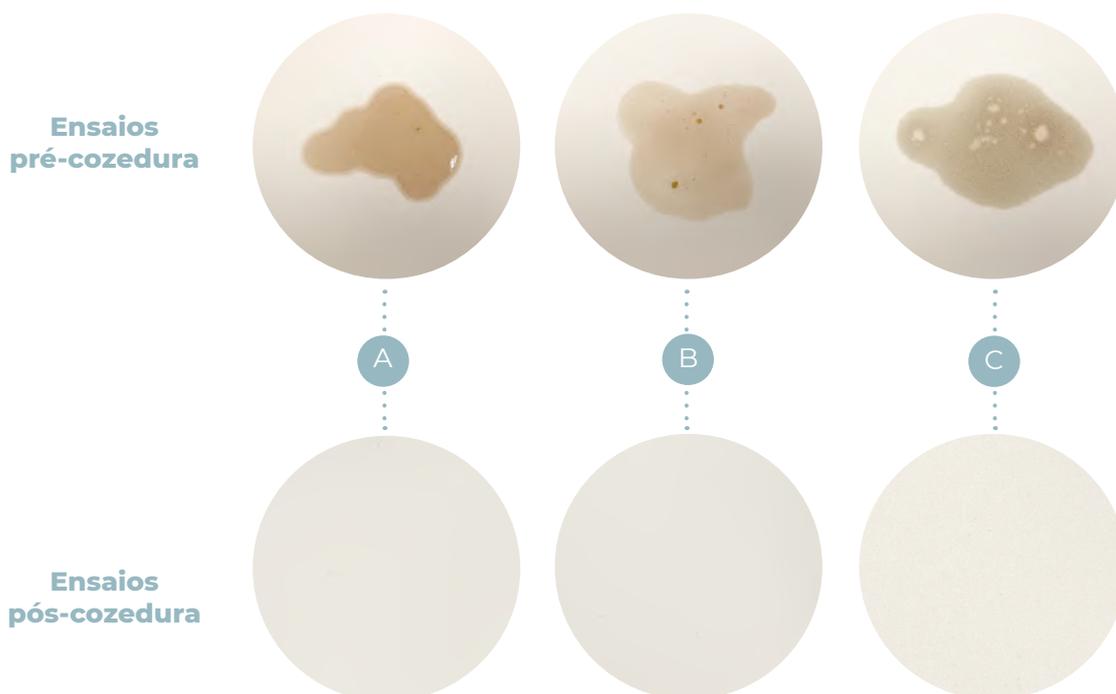


**Figura 135** - Ensaio pós-cozedura de matérias-primas naturais com diferentes solventes.



**Figura 136** - Ensaio pós-cozedura das matérias-primas naturais com diferentes solventes II.

Antes de se realizarem os ensaios, procedeu-se a testes brancos de cada componente utilizado, para compreender posteriormente qual a sua influência nos resultados obtidos e qual o seu contributo na produção de cor (figura 137).



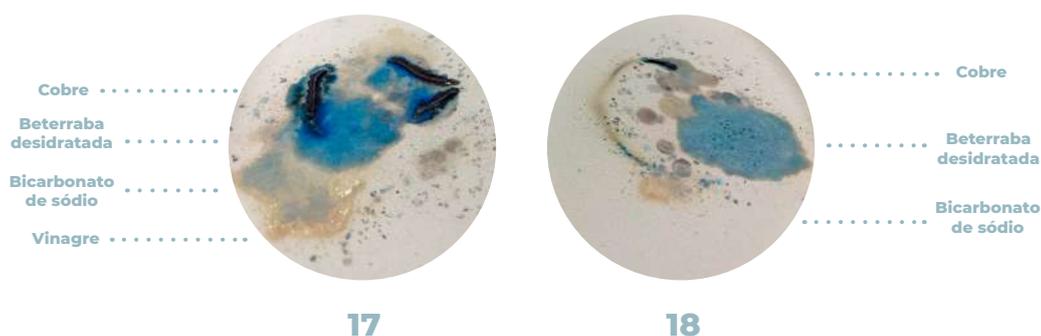
**Figura 137** - Resultados pré e pós-cozedura, dos ensaios brancos: (A) vinagre branco; (B) álcool puro e (C) gasóleo.

Os dados referentes aos materiais e respetivas quantidades aplicadas nos ensaios a seguir demonstrados (figura 138), foram disponibilizados para análise no anexo C.



**Figura 138** - Ensaio pós-cozedura das matérias-primas naturais com diferentes solventes (forno de vidro).

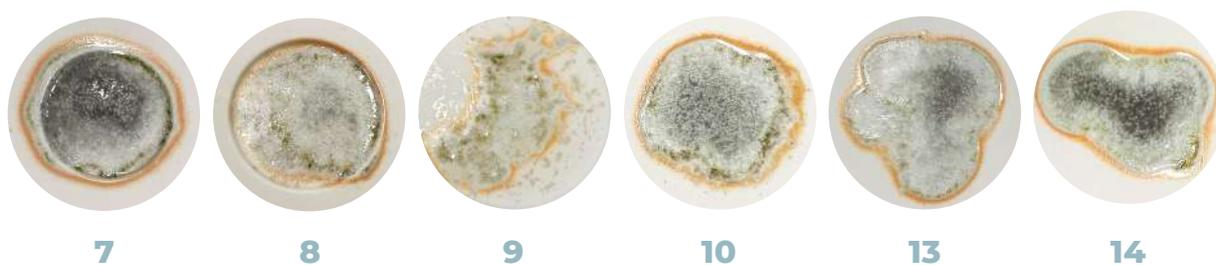
Para além das experiências concretizadas no forno vidrado, realizaram-se dois ensaios no forno de baixo-fogo, para comparar o comportamento dos materiais e alimentos testados nos ensaios anteriores, a uma temperatura mais baixa (900 °C) (figura 139).



**Figura 139** - Resultados pós-cozedura dos ensaios 17 e 18 no forno de baixo-fogo.

Os resultados obtidos permitiram concluir que todos têm em comum a presença de um tom laranja, à exceção dos testes brancos (figura 137), que não produziram qualquer tipo de cor ou de textura.

Embora a cor laranja esteja presente em todos os ensaios, apresenta tonalidades diferentes, sendo mais intensa nos que contêm bicarbonato de sódio (figura 140).



**Figura 140** - Ensaios que incluem bicarbonato de sódio.

Verifica-se também que a coloração *in natura*<sup>1</sup> característica dos vegetais utilizados, quando submetida a altas temperaturas, degrada-se, tendo uma aparência completamente distinta. Esta alteração deve-se ao facto dos pigmentos naturais dos vegetais não resistirem a altas temperaturas (Cosmo & Galeriani, 2017).

1. *In Natura* significa que o material ou alimento está no seu estado natural, sem qualquer tipo de transformação proveniente do processamento industrial.



**Figura 141** - (A) prato do ensaio 7; (B) prato que foi colocado por cima do prato do ensaio 7.

Conclui-se que, embora os efeitos cromáticos resultantes das várias experiências sejam visualmente interessantes, na maioria dos ensaios, devido à coloração laranja que surge no prato colocado por cima do prato de ensaio, seriam necessários mais ensaios para validar ou reprová-los a utilização destes materiais (figura 141).

Como se pode observar, o prato B apresenta a superfície interna contaminada pela cor laranja. Esta contaminação verificou-se em todos os ensaios executados, concluindo-se que este tipo de matérias-primas naturais (com/sem adição de outros componentes químicos) devem ser devidamente analisadas para confirmar a viabilidade da sua aplicação.

Com base nestas conclusões, considerou-se pertinente continuar a exploração cromática com as matérias-primas naturais conjugadas com novos materiais ou resíduos, de forma a procurar outras alternativas que potenciem cor com menor grau de contaminação.

## Resíduo 2

Casca de ovo

Numa conversa informal, foram discutidas várias alternativas de resíduos naturais para servirem de suporte e/ou base estruturante aos pigmentos anteriormente testados.

Sendo o ovo muito utilizado na produção de um doce típico da região de Aveiro, os ovos moles, seria interessante trabalhar o resíduo do ovo, a casca. A produção de ovos moles e derivados é responsável por gerar quantidades consideráveis de casca, o que suscitou a vontade de trabalhar com este resíduo, de forma a contribuir para o seu aproveitamento, investigando as suas potencialidades como recurso para a pigmentação de produtos cerâmicos. O baixo custo associado e a facilidade da sua obtenção, foram também fatores decisivos para a sua escolha.

Assim, procuraram-se estabelecimentos produtores deste resíduo, desde fábricas, cantinas e pastelarias e recolheram-se todas as semanas as cascas, necessárias para a realização dos diversos ensaios.

## Ensaio com casca de ovo e beterraba

Anexo D, páginas 189 até 191.

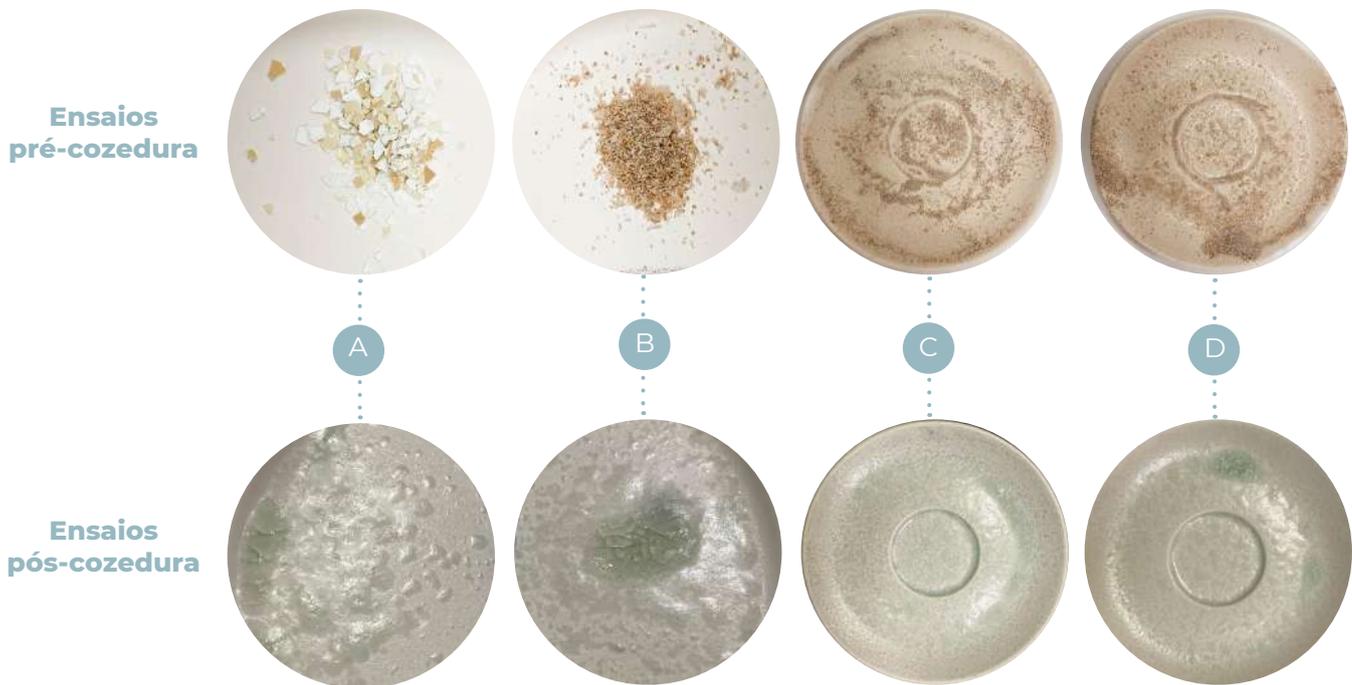
Foram realizados ensaios apenas no forno de vidro (1370 - 1380 °C) com casca de ovo e beterraba. Os detalhes de todas as experiências são apresentados no anexo D.

Neste leque experimental, procedeu-se à realização de testes com casca de ovo *in natura* e cozida, para avaliar a necessidade de se efetuar algum pré-tratamento e se este influenciaria o processo de cor.



**Figura 142** - casca de ovo triturada.

A casca de ovo foi previamente lavada e triturada para facilitar o processo de mistura com outros componentes (figura 142). Preparado o resíduo, procederam-se aos ensaios, começando pelos testes designados de brancos (figura 143). Os ensaios brancos permitem analisar os materiais separadamente e entender o seu papel na produção de cor.



**Figura 143** - Ensaio branco no forno de vidro; (A) casca de ovo *in natura*; (B) casca de ovo cozido; (C) casca de ovo *in natura* com vinagre branco; (D) casca de ovo *in natura* com água (pH 6).

Obtidos os resultados, observa-se que a casca de ovo origina uma cor esverdeada e que provoca texturas interessantes nos pratos. Observam-se também semelhanças entre os testes com casca *in natura* e cozida (ensaio A e B). Verifica-se também que o resultado não se altera, na presença de vinagre ou água (ensaio C e D).

Dado o particular interesse pela cor natural da beterraba testou-se a beterraba de diversas formas. Preparou-se a beterraba em meio ácido (por ação de mistura com vinagre branco); em meio básico (por ação de mistura com água e bicarbonato de sódio); extraiu-se o pigmento de beterraba com etanol; incinerou-se beterraba a 300 °C e utilizou-se beterraba desidratada em pó. As diferentes alternativas da beterraba contribuíram para o enriquecimento dos ensaios, pois permitiram compreender o comportamento da beterraba em diferentes estados e a sua influência nas alterações cromáticas da sua cor arroxeada natural.

Os ensaios apresentados nas seguintes páginas integram a casca de ovo (*in natura* e cozida) misturada com beterraba em diferentes estados de preparação.

Antes de se iniciarem os testes que incluíram a casca de ovo, realizaram-se testes com beterraba em diferentes estados (figura 144).

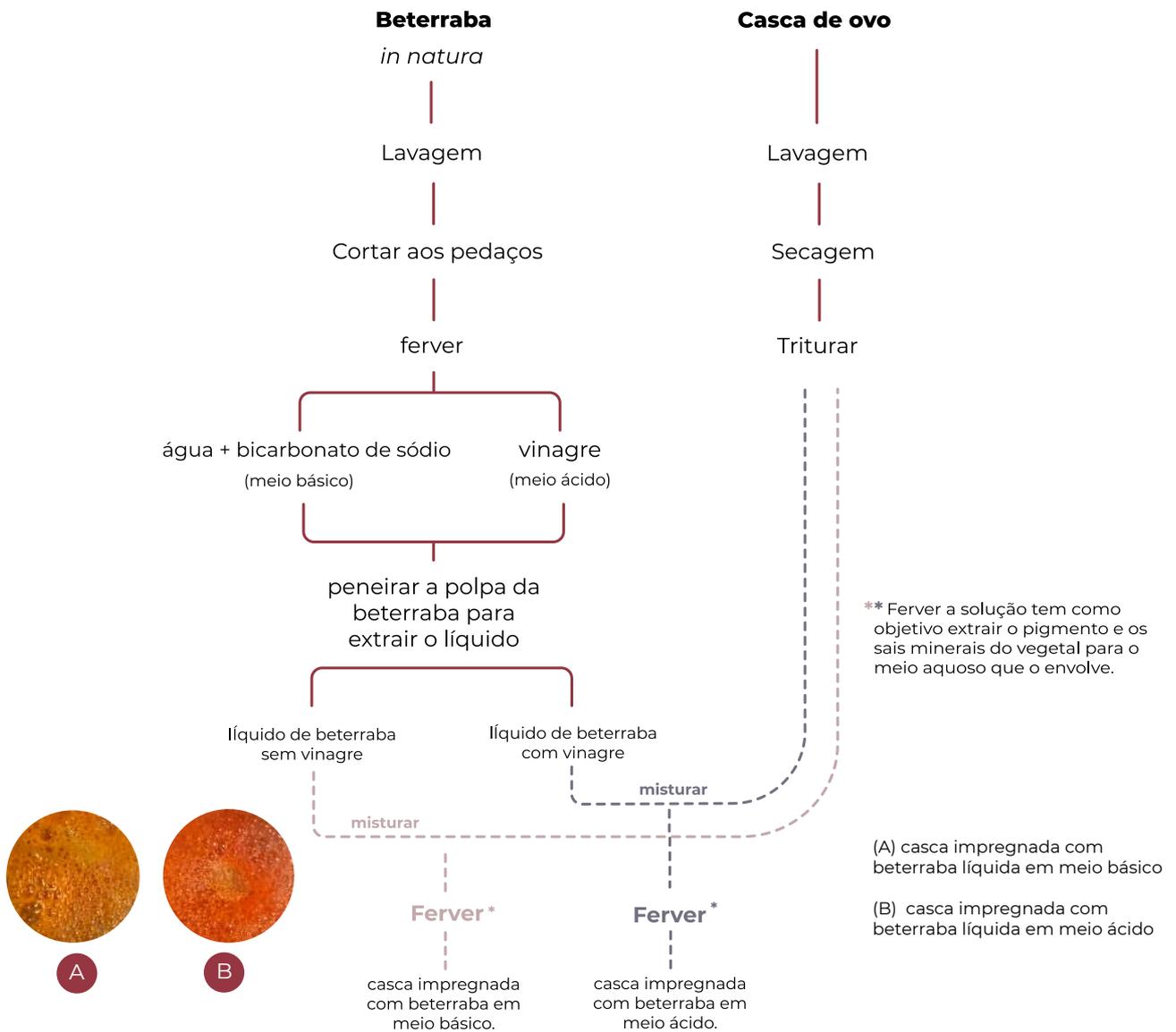


**Figura 144** - Ensaio no forno de vidro; (A) beterraba líquida em meio básico (adição de água e bicarbonato de sódio); (B) beterraba líquida em meio ácido (adição de vinagre branco); (C) beterraba incinerada a 300°C; (D) líquido do pigmento de beterraba extraído com etanol.

Após a análise dos ensaios pós-cozedura, verificou-se que a beterraba, por si só, não é suficiente para a obtenção do pigmento de cor desejado uma vez que a matéria orgânica constituinte do vegetal, a altas temperaturas, degrada-se (Figura 144).

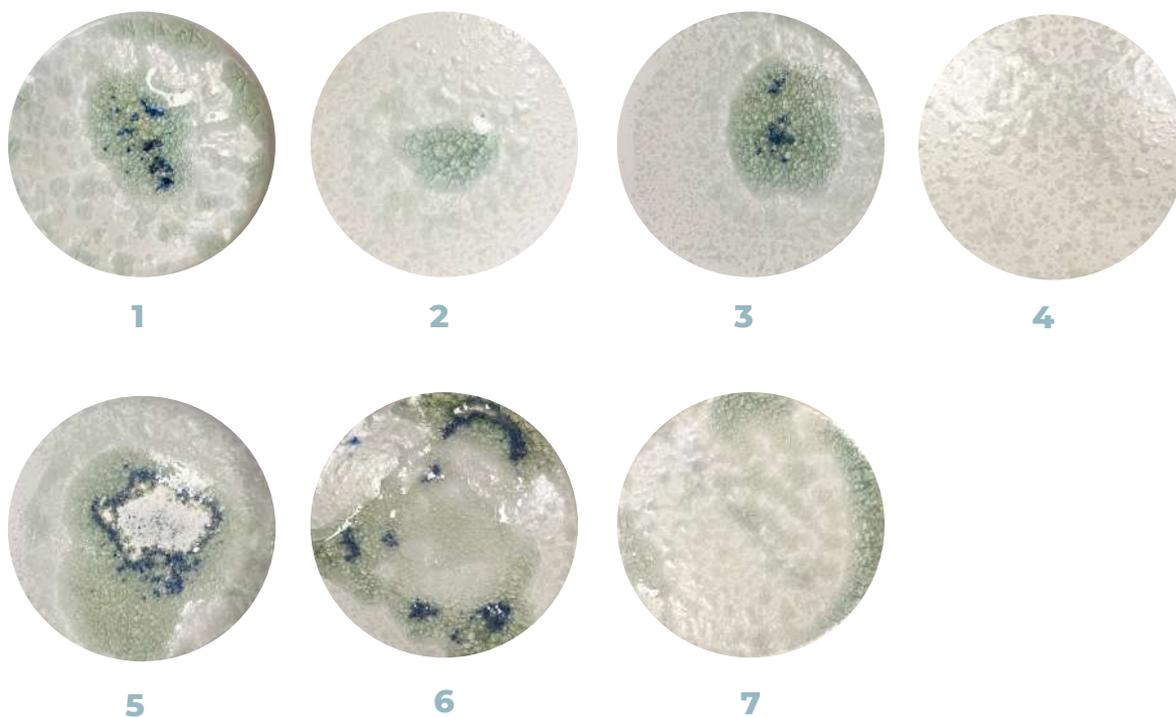
Com base nesta constatação, pensou usar-se uma base estruturante que possibilitasse o uso de maior quantidade de beterraba e ao mesmo tempo servisse como suporte de distribuição na peça a impregnar. A casca de ovo, pelas suas características e grande disponibilidade, pareceu ser a solução mais viável.

Para facilitar a compreensão da preparação da beterraba com casca de ovo representou-se o processo pelas respetivas etapas através de um esquema ilustrativo (gráfico 19).

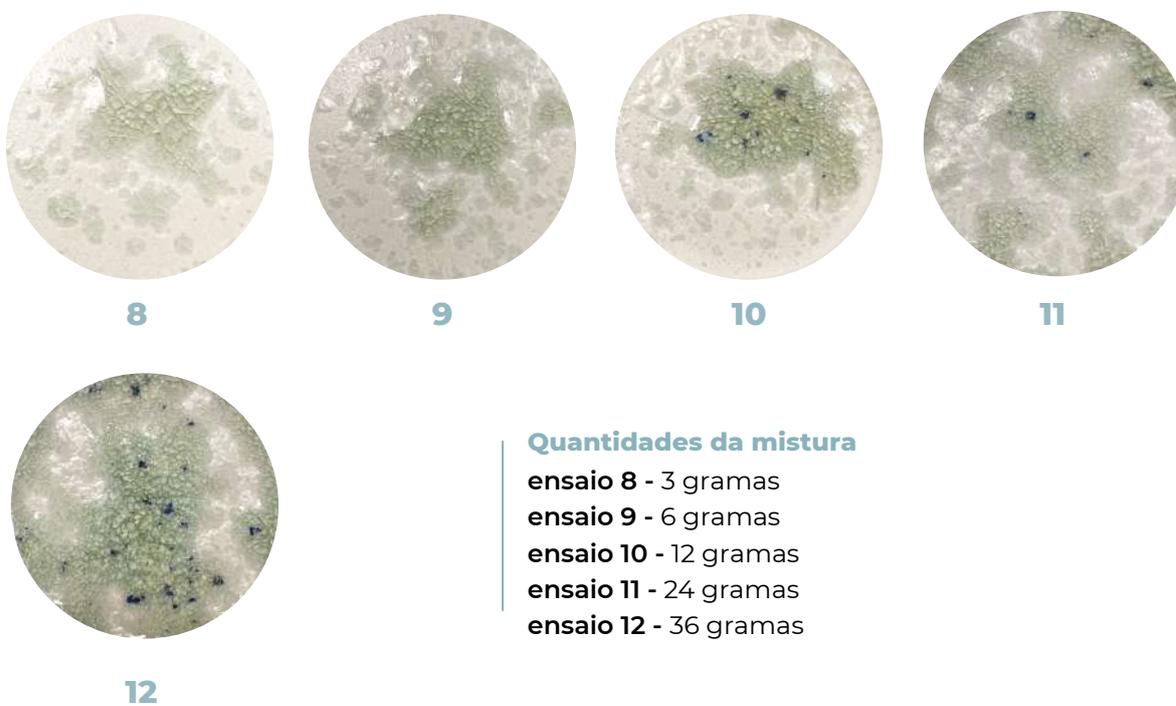


**Gráfico 19** - Processo de preparação da beterraba (em diferentes estados) com casca de ovo.

Como se pode verificar no gráfico 19, a beterraba apresenta diferentes tonalidades em meio básico ou ácido. Com a presença de vinagre obteve-se uma cor mais avermelhada, o que significa que o pigmento é mais estável e concentrado em meio ácido, do que em meio básico, onde apresenta um tom amarelado.



**Figura 145** - Ensaios pós-cozedura da casca de ovo com beterraba em meio ácido (1 a 4); em meio básico (5 e 6) e com beterraba incinerada a 300° graus (7).



**Figura 146** - Ensaios pós-cozedura da casca de ovo com beterraba extraída com etanol.

Os resultados obtidos (figuras 145 e 146) mostram que a utilização da casca de ovo como base estruturante, contribuiu para a fixação da beterraba, originando uma nova cor, um tom azul escuro.

A intensidade da cor e a predominância das tonalidades azuis e verdes variam consoante as quantidades de casca e beterraba utilizadas na mistura, como é demonstrado nos ensaios 8 a 12. Quanto maior for a concentração de pigmentos aplicados no prato, mais cor se obtém.

Para confirmar esta conclusão repetiu-se o teste 12, por ser o ensaio mais próximo do efeito desejado (figura 147).



**Figura 147** - Repetições do ensaio 12.

Os ensaios 13 e 14, tal como aconteceu com o ensaio 12, mantêm a intensidade dos tons verdes e azuis, porém, os pratos quebraram durante o processo de cozedura, o que pode indicar que ao adicionar-se mais casca e beterraba, obtém-se mais cor, mas, ao mesmo tempo, aumenta-se a carga de matéria orgânica, que sendo instável a temperaturas elevadas, contribui para a degradação da peça cerâmica, originando fissuras que podem provocar a sua quebra.

Deste modo, considerando que a cor pretendida é obtida com maior quantidade de beterraba e que esta pode originar a quebra da peça cerâmica, por ser maioritariamente constituída por matéria orgânica e instável a altas temperaturas (Cosmo & Galeriani, 2017; Universidade Federal de São Paulo, 2021), concluiu-se não poder ser utilizada para este fim, aplicada desta forma.

Sendo o objetivo a obtenção de cor e textura, de acordo com os resultados alcançados com a casca de ovo, considerou-se que seria interessante continuar a explorar este resíduo, inserindo-o nos ensaios seguintes com vidro.

### Ensaio com casca de ovo e vidrado

As próximas páginas serão destinadas a todos os ensaios relativos à casca de ovo integrada no vidrado, para a sua posterior aplicação na saladeira Pegasus, desenvolvida neste projeto. Será ilustrado o processo de preparação do vidrado com o resíduo, os ensaios de cor do vidrado com diferentes densidades e quantidades e os resultados pós-cozedura. As quantidades e percentagens de vidrado com casca, utilizados em cada ensaio, estão disponíveis para consulta no anexo E (páginas 192-203).



**Figura 148** - Resultados dos ensaios com casca de ovo e vidrado.



**Figura 149** - Resultados dos ensaios com casca de ovo e vidrado II

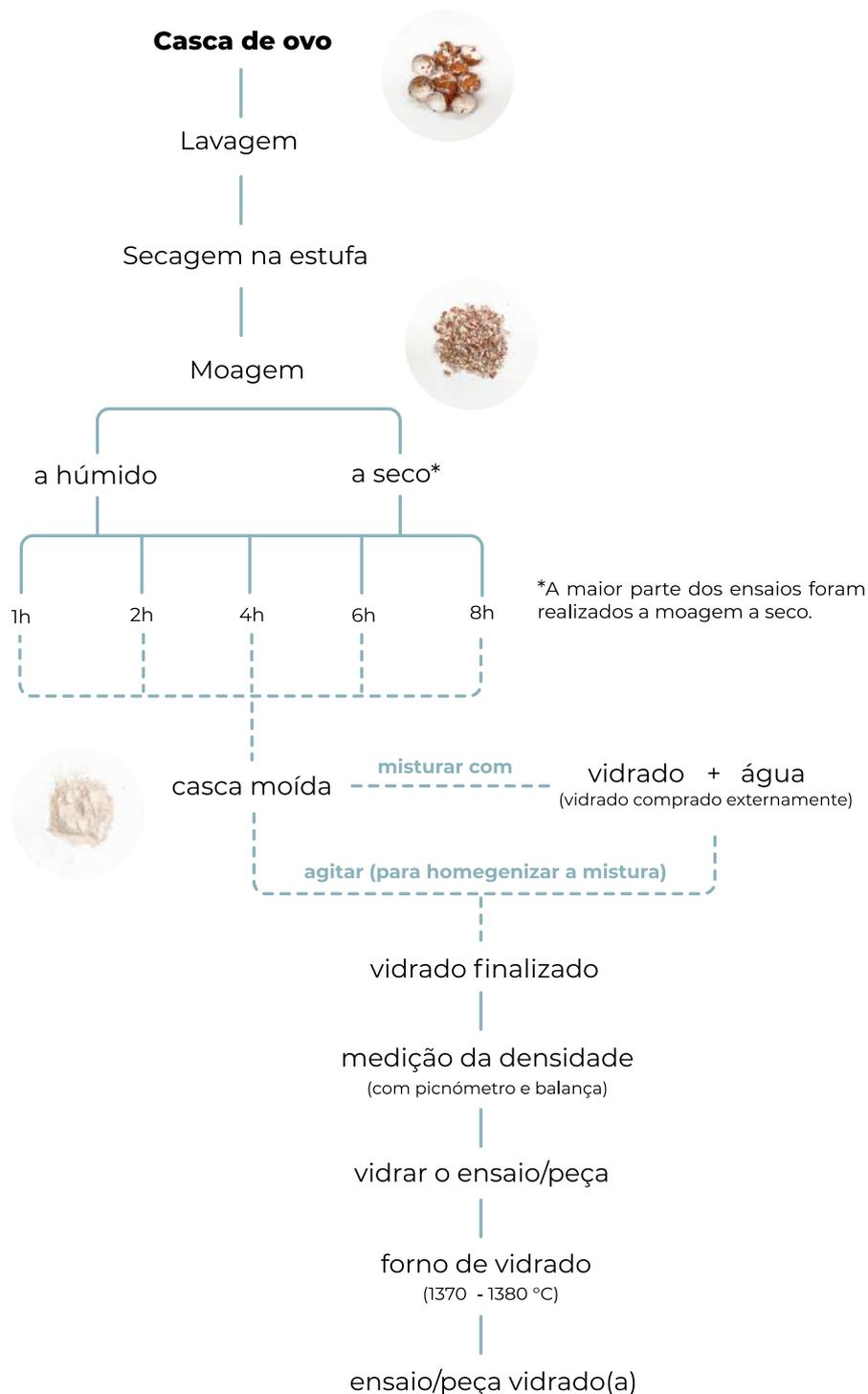


**Figura 150** - Paleta cromática dos ensaios obtidos com casca de ovo e vidro.



**Figura 151** - Texturas produzidas com casca de ovo integrada no vidro.

O processo de concretização dos ensaios de vidrado com casca de ovo, desde a preparação do resíduo até à colocação do ensaio no forno, pode ser ilustrado da seguinte forma (gráfico 20).



**Gráfico 20** - Processo de preparação do vidrado com a casca de ovo.

Os vários ensaios integram a casca de ovo com diferentes horas de moagem. O processo de moagem foi realizado nos moinhos presentes na empresa (figuras 152 a 154).



**Figura 152** - Diferentes horas de moagem da casca de ovo.



**Figura 153** - Diferentes granulometrias aplicadas nos ensaios da casca de ovo com vidrado.



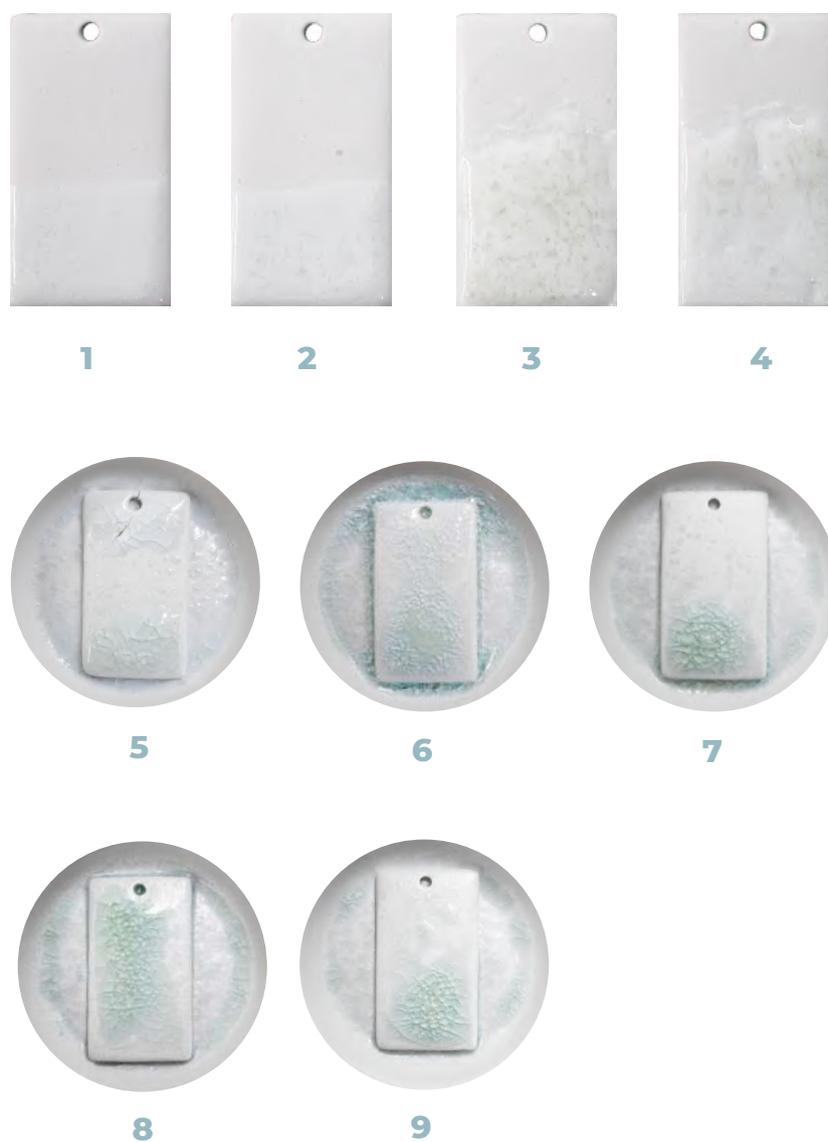
**Figura 154** - Casca com 6h de moagem.

| casca | vidrado |
|-------|---------|
| 10 %  | 90 %    |
| 25 %  | 75 %    |
| 50 %  | 50 %    |
| 75 %  | 25 %    |

**Gráfico 21** - Percentagens de casca e vidrado aplicadas nos ensaios.

Exploraram-se diferentes granulometrias de casca, com o intuito de compreender se o tamanho do grão pode influenciar o processo de obtenção cromática e que tipo de efeitos ou texturas pode produzir nas peças. Para além das várias granulometrias, considerou-se a realização de ensaios com diferentes percentagens de casca/vidrado, para comparar a tonalidade obtida em cada uma respetivamente (gráfico 21).

Todos os parâmetros, como as percentagens e as quantidades das matérias-primas trabalhadas, tempo de mergulho da peça no vidrado e o valor de densidade correspondente a cada ensaio, estão disponíveis para consulta no anexo E.



**Figura 155** - Ensaio com vidro e casca (1h de moagem) - forno de vidro.

Os primeiros ensaios realizados com vidro contêm casca de ovo com uma hora de moagem (figura 155). É possível observar as diferentes tonalidades cromáticas, que se devem à concentração de casca de ovo, presente em cada ensaio. Quanto maior for a quantidade de casca, mais colorido será o resultado. Os ensaio 1 a 5, por terem uma percentagem de 10 % (casca) e 90 % (vidrado) são os resultados que apresentam menos cor.

Os vidrados destes ensaios apresentam densidades que variam entre 1460 a 1840 g/L (ver anexo E), resultando na formação de uma espessura considerável de vidrado.

A fusibilidade da casca a temperatura elevadas, contribuiu para a dispersão do vidrado, que acabou por transbordar em alguns dos ensaios (ensaios 5 a 9) contaminando o prato de apoio (figura 155).

Com este leque de ensaios concluiu-se que existem vários parâmetros a ter em consideração, tais como: o tamanho do grão da casca, a quantidade de casca aplicada no vidrado, a densidade, e o tempo de mergulho da peça no vidrado. Utilizaram-se dois tempos de mergulho: 3 e 5 segundos (s) (figura 156).



**Figura 156** - Tempos de mergulho, ensaio 5 (1h de moagem).



**Figura 157** - Detalhes da textura obtida com casca de ovo integrada no vidrado (ensaio 3 e 4).



**Figura 158** - Ensaio com vidro e casca (2h de moagem) - forno de vidro.



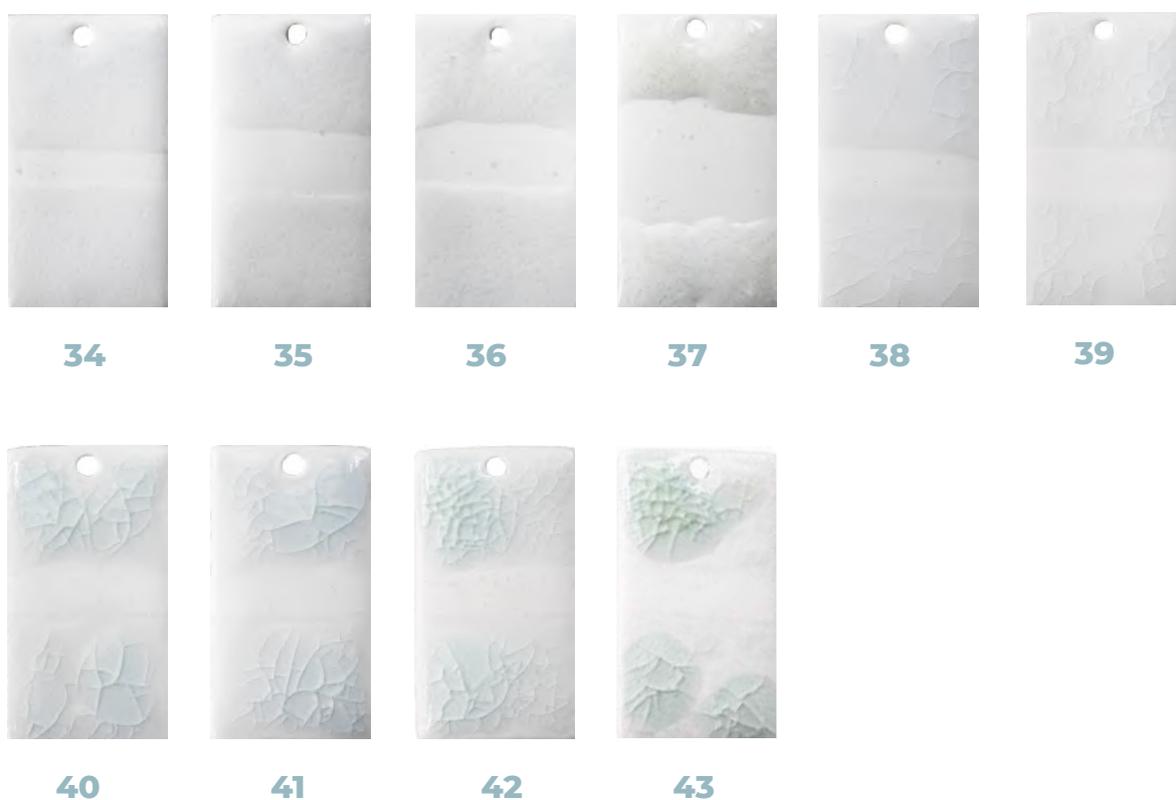
**Figura 159** - Ensaio com vidro e casca (4h de moagem) - forno de vidro.



**Figura 160** - Ensaios com vidro e casca (4h de moagem) - forno de vidro II.



**Figura 161** - Ensaios 24 e 25, com vidro e casca de ovo (4h de moagem).



**Figura 162** - Ensaio com vidrado e casca (6h de moagem) - forno de vidrado.



**Figura 163** - Ensaio com vidrado e casca (8h de moagem a húmido) - forno de vidrado.

Para além dos ensaios de vidrado com casca de ovo e com diferentes horas de moagem, realizaram-se ensaios experimentais com a adição da beterraba em diferentes estados, como beterraba *in natura*, beterraba incinerada a 300 °C e beterraba fervida em meio ácido (figuras 164 até 167).

Embora o foco central dos ensaios seja a exploração da casca de ovo com vidrado, considerou-se que seria interessante reintroduzir a beterraba, no preparado de vidrado com casca, com o intuito de aproveitar as sobras da matéria-prima natural provenientes dos ensaios anteriores e analisar o seu comportamento quando integrada no vidrado (figuras 164 até 167). Todos os dados quantitativos referentes a estes ensaios, estão disponíveis no anexo E.



**Figura 164** - Ensaios com vidrado, casca (4h de moagem) e beterraba (em diferentes estados) - forno de vidrado.



**Figura 165** - Ensaio com vidrado, casca (4h de moagem) e beterraba (em diferentes estados) - forno de vidrado II.



**Figura 166** - Ensaio com vidrado, casca (6h de moagem) e beterraba (em meio ácido) - forno de vidrado.



**Figura 167** - Ensaios com vidro, casca (6h de moagem) e beterraba (em meio ácido) - forno de vidro II.

### Análise dos resultados

A série de ensaios de vidro com casca de ovo permitiu concluir que a intensidade de cor pode resultar da adição de mais quantidade de casca e do aumento do tempo de mergulho da peça no vidro. (figura 168, ensaio 15, A e B).



**Figura 168** - Diferentes tonalidades obtidas, face à intensidade de casca no vidro e tempo de mergulho.



**Figura 169** - Ensaios 44 e 77, vidro rachado assinalado a azul.

Os ensaios permitiram também compreender que quantas mais horas de moagem tiver a casca, mais fácil se torna o processo de mistura com o vidro, proporcionando uma mistura mais homogénea e uma camada de vidro mais uniforme.

Verificaram-se também em alguns ensaios, que com a proporção de 75 % (casca) / 25 % (vidro), o vidro acabou por rachar (figura 169).

Considerando este risco, concluiu-se que para as peças finais, não é viável aplicar esta proporção de casca com vidro.

Quanto aos ensaios que contêm beterraba (em diferentes estados), os resultados pós-cozedura não evidenciaram qualquer vestígio da sua presença no vidrado com casca (com diferentes horas de moagem), pelo que se concluiu, uma vez mais, que a beterraba aplicada desta forma com a finalidade de se obter cor não é bem sucedida.

Para além dos ensaios anteriormente realizados e atendendo a que a casca de ovo, quando sujeita a altas temperaturas produz cor, considerou-se que seria interessante realizar ensaios adicionando casca de ovo a corantes sintéticos (figuras 170 até 173).

Com a realização destes ensaios, pretendeu-se perceber a influência da casca de ovo nos corantes sintéticos, testando se esta altera a cor do corante, ou se produz alguma textura ou efeito visual relevante, podendo servir de suporte decorativo a diferentes corantes. Foram realizados ensaios com dois corantes (azul e verde) que são apresentados no anexo E (páginas 202-203).



**Figura 170** - Ensaio com vidrado, casca de ovo (6h de moagem) e corante sintético azul.

**Cor real  
corante azul**



**80**

**Variações de cor do corante com casca**



**81**

**82**

**83**

**84**

**85**

**86**

**Figura 171** - Ensaio com vidro e corante azul / variações da cor do corante com casca de ovo.



**Figura 172** - Ensaio com vidro, casca de ovo (6h de moagem) e corante sintético verde.



**Figura 173** - Ensaios com vidrado e corante verde / variações da cor do corante com casca de ovo.

Quanto ao corante azul (figuras 170-171), verificou-se uma alteração substancial da sua cor real, quando aplicada a casca de ovo. Para além da alteração da cor, a casca de ovo é responsável pelo efeito craquelê (técnica decorativa que provoca um efeito de fissuras nos vidrados das peças presente desde o ensaio 81 ao 86.

Sucedeu o mesmo com o corante verde (figuras 172 e 173). Ainda que com menos impacto, observaram-se alterações a nível de cor e textura, quando aplicada a casca nos ensaios 88, 89 e 90.

### **Peças finais vidradas com casca de ovo**

Todas as conclusões retiradas nos ensaios anteriores foram essenciais para a realização da vidragem das peças finais desenvolvidas no âmbito deste projeto.

Optou-se apenas por vidrar com casca de ovo a saladeira Pegasus por ser a peça de referência do conjunto, a que apresenta maiores dimensões e a que causa mais impacto visual.

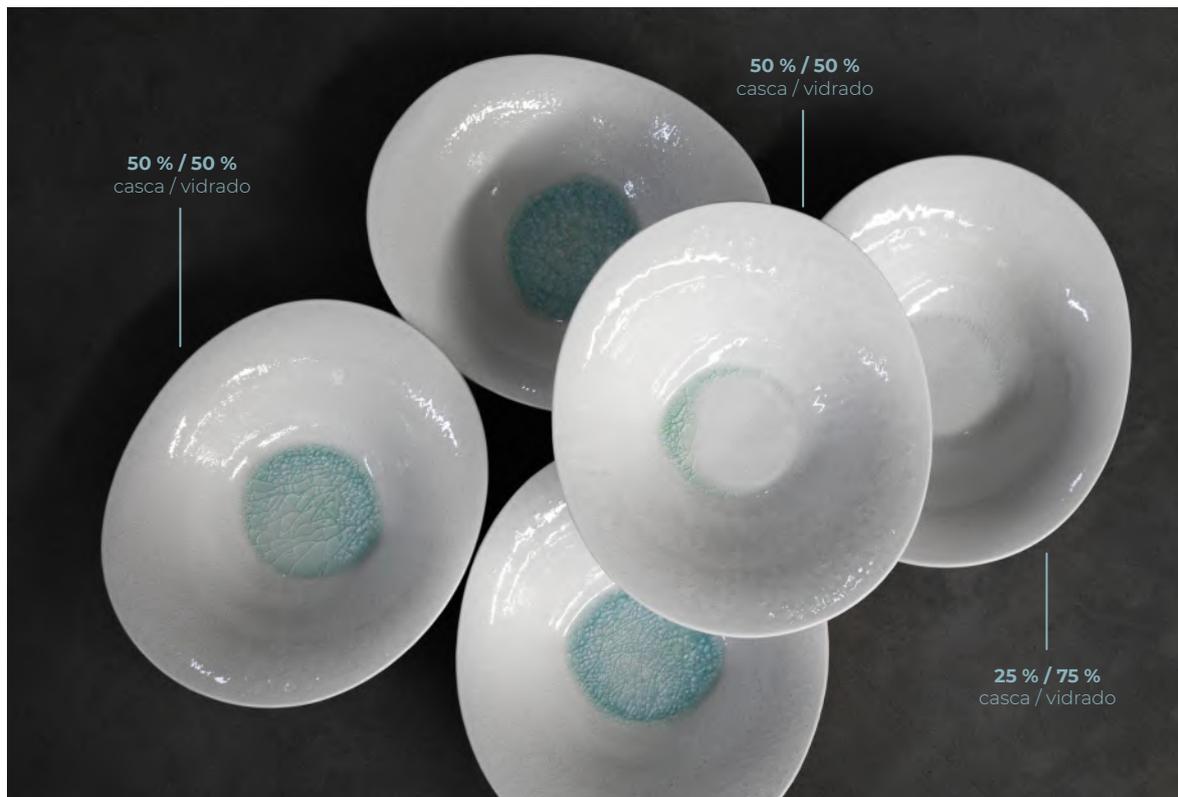
Deste modo, antes de se iniciar o processo de vidragem das peças finais, para conhecer mais aprofundadamente o resíduo trabalhado, realizaram-se alguns testes de análise granulométrica, morfologia e composição química elementar da casca de ovo que podem ser consultados no anexo F (páginas 204 até 208).



Para a vidragem das várias saladeiras Pegasus, foram trabalhadas as seguintes quantidades de matérias-primas (gráfico 22).

| casca<br>8h de moagem | vidrado      | água   |
|-----------------------|--------------|--|
| 10 % - 5 kg           | 90 % - 50 kg | valor inicial 55 L   |
| 25 % - 12,5 kg        | 75 % - 50 kg | A quantidade de água foi variando consoante a quantidade de casca e de vidrado aplicada. |
| 50 % - 50 kg          | 50 % - 50 kg |  |

**Gráfico 22** - Percentagens das quantidades das matérias-primas utilizadas para a vidragem das saladeiras Pegasus.



**Figura 174** - Saladeiras Pegasus vidradas com casca de ovo; diferentes quantidades de casca / vidrado.



**Figura 175** - Pormenor da textura orgânica provocada pela casca.



**Figura 176** - Pormenor da textura.



**Figura 177** - Saladeira Pegasus vidrada com casca de ovo.



**Figura 178** - Saladeira Pegasus vidrada com 50 % de casca e 50 % de vidrado.



**Figura 179** - Conjunto Pegasus, com saladeira vidrada com 50 % de casca e 50 % de vidro.



**Figura 180** - Conjunto Pegasus, com saladeira vidrada com casca de ovo.



**Figura 181** - Saladeira Pegasus vidrada com 50 % de casca e 50 % de vidrado.



**Figura 182** - Diferentes resultados obtidos com 50 % de casca e 50 % de vidrado.



**Figura 183** - Saladeiras Pegasus vidradas com 10 % de casca e 90 % vidrado.



**Figura 184** - Saladeiras Pegasus vidradas com 50 % de casca e 50 % de vidrado.



**Figura 185** - Variações da intensidade da cor azul; saladeiras vidradas com 50 % de casca e 50 % de vidrado.

As saladeiras Pegasus com 10 % (casca) e 90% (vidrado) não apresentam cor e as saladeiras com 25 % (casca) e 75 % (vidrado), apresentam uma cor azul, mas pouco intensa comparativamente às saladeiras com 50 % (casca) e 50 % (vidrado).

Nas peças vidradas com a mesma quantidade de casca e vidrado (50 % / 50%), verificaram-se algumas diferenças relacionadas com a textura, uniformidade da cor na base da peça e intensidade da cor azul.

**Nota:** Todas as informações sobre os parâmetros da vidragem das saladeiras estão disponíveis no anexo G (página 209).

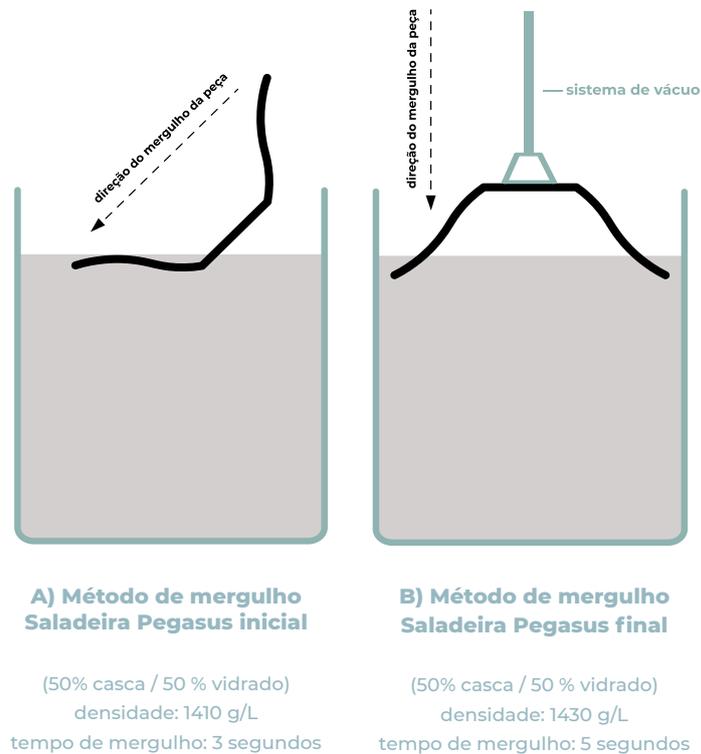
Os aspetos que podem estar na origem da alteração da intensidade da cor e das texturas nas saladeiras com as mesmas quantidades de casca/vidrado são: a diferente pigmentação das cascas que podem influenciar a cor das peças, a distribuição heterogénea do vidrado na peça (uma vez que com a realização dos testes químicos à casca de ovo, determinou-se que as suas partículas são de granulometria heterogénea), o tempo de mergulho e a densidade do vidrado.

Os resultados obtidos inicialmente nas saladeiras vidradas com a mesma quantidade de casca e vidrado (50 % / 50 %), apresentaram todas, de igual modo, a concentração da cor azul nas bordas da base interna como se observa na figura 186, saladeira A.



**Figura 186** - (A) Saladeira Pegasus inicial vs (B) Saladeira Pegasus final.

Com o objetivo de se obter mais cor azul e uma camada mais uniforme de vidrado nas saladeiras Pegasus (50 % casca / 50 % vidrado) aumentou-se a densidade, retirando água para concentrar mais casca de ovo na suspensão do vidrado; aumentou-se o tempo de mergulho de 3 para 5 segundos e aplicou-se um método novo de mergulho nas peças que pode ser ilustrado da seguinte forma (figura 187).



**Figura 187** - Métodos de mergulho utilizados para a vidragem das peças.

A inclinação dada à peça no momento da vidragem fez com que a suspensão de vidrado com casca se acumulasse mais nas bordas internas da peça, como se pode ver na saladeira Pegasus (figura 186, Saladeira A). Para uma camada mais uniforme e uma maior distribuição do vidrado nas peças, preparou-se um sistema de vácuo, que segura a peça através de ar comprimido, que após a vidragem, é descomprimido, soltando a peça (figura 187, método de mergulho B). Este sistema permitiu que se pudesse virar a peça ao contrário e mergulhá-la sem qualquer inclinação, o que conseqüentemente contribuiu para uma maior dispersão da casca pela superfície da peça.

Para além da alteração do processo de mergulho no vidrado, aumentou-se a densidade para 1430 g/L e o tempo de mergulho para 5 segundos.

Estas alterações foram fundamentais para a obtenção de uma cor mais intensa e uniforme nas saladeiras finais (figura 186, saladeira B).



**Figura 188** - Saladeira Pegasus vidrada com casca de ovo e corante rosa; prato Pegasus vidrado a branco.



**Figura 189** - Pormenor da textura produzida pela casca de ovo.



**Figura 190** - Saladeiras vidradas com 50 % de casca e 50 % de vidrado, com adição de corante rosa.

Para colmatar esta fase, vidraram-se as restantes saladeiras com casca de ovo e adicionou-se um corante rosa (figura 191). Constatou-se que a presença de casca ovo alterou significativamente a cor real do corante, passando de um tom rosado para um tom acastanhado. Tendo em conta este facto e os ensaios anteriormente realizados com outros corantes, confirma-se que a casca de ovo altera a cor dos corantes sintéticos. Todos os dados relativos à vidragem das saladeiras com corante rosa, estão disponíveis no anexo G (página 209).



**Figura 191** - Vidrado com corante rosa (sem casca).



**Figura 192** - Saladeiras vidradas com 50 % de casca e 50 % de vidrado, com adição de corante rosa II.



**Figura 193** - Diferentes combinações das peças constituintes do conjunto Pegasus.



**Figura 194** - Saladeiras Pegasus.



**Figura 195** - Conjunto Pegasus.



**Figura 196** - Empratamento do conjunto Pegasus pelo Chef Luís Lavrador, no restaurante FAMA.



**Figura 197** - Saladeira Pegasus.



**Figura 198** - Saladeira e taça Pegasus.



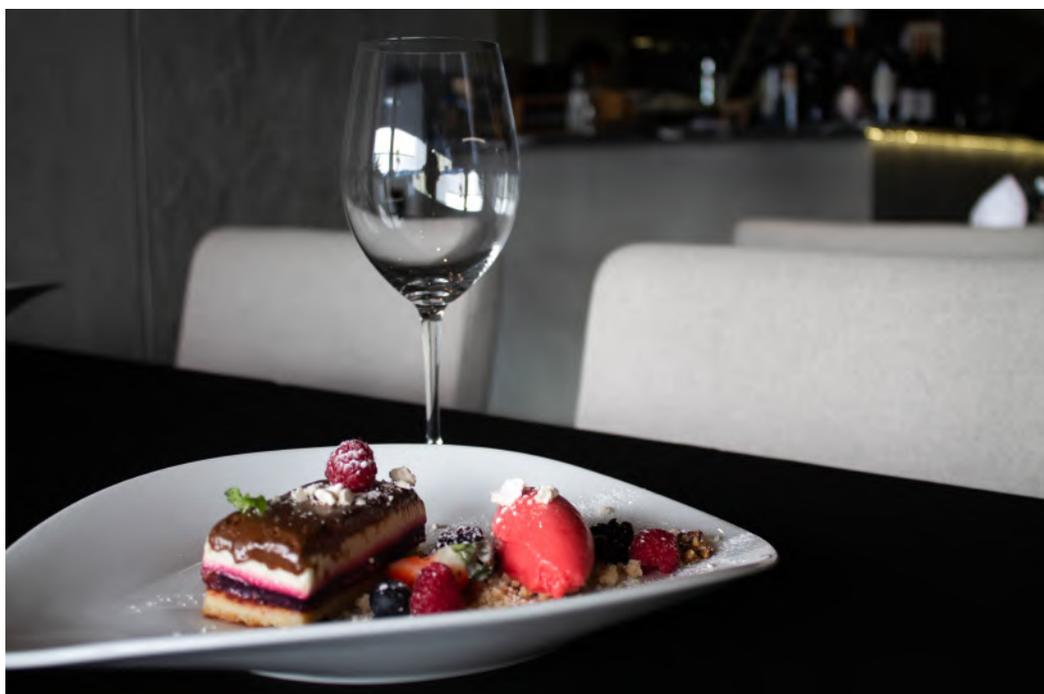
**Figura 199** - Taça Pegasus.



**Figura 200** - Saladeira Pegasus II.



**Figura 201** - Prato Pegasus.



**Figura 202** - Prato Pegasus II.



**Figura 203** - Taça e saladeira Pegasus.



**Figura 204** - Chef Luís Lavrador.

Para colocar em prática o conceito desenvolvido no contexto deste projeto, foi realizado o empratamento do conjunto Pegasus no restaurante FAMA localizado em Aveiro, com a autoria do Chef Luís Lavrador.



**Figura 205** - Peças Pegasus.

## **7. Conclusão**

## 7.1 Considerações finais

O fascínio pelo material cerâmico e a grande vontade de trabalhar nesta área de atividade, motivaram a necessidade da realização de um estágio. A oportunidade de presenciar a realidade de um ambiente fabril e o contacto com diferentes áreas de trabalho, proporcionou novas aprendizagens e a partilha de ideias, que contribuíram significativamente para o crescimento pessoal, e para o enriquecimento do processo de formação e capacitação de uma futura profissional.

O briefing lançado pela empresa serviu como guia para a definição do caminho a percorrer no projeto e para o processo de investigação da temática.

Numa primeira instância do trabalho, foi discutida a importância e o contributo do design para o fator de inovação no meio empresarial, nomeadamente na questão da sustentabilidade. O design sendo uma área criativa que procura soluções inovadoras, quando inserido no meio industrial, promove um ambiente propício ao desenvolvimento de produtos de valor acrescentado que podem beneficiar uma empresa face à concorrência. Mas para criar um produto, é preciso conhecer o material, assim como o processo da sua conceção. Para isso foi fundamental a realização de um estudo teórico aprofundado sobre o material cerâmico e experienciar de forma prática o seu processo produtivo. O contacto direto com a porcelana permitiu adquirir experiência com o material, descobrindo as suas fragilidades e dinamizando as suas potencialidades.

Para além de conhecer o material e o respetivo processo produtivo, foi necessário investigar os produtos já existentes no mercado para selecionar aspetos que podiam ser relevantes para o desenvolvimento de um produto diferenciador. Realizou-se um enquadramento teórico da empresa face ao mercado concorrente com recurso a uma ferramenta designada de benchmarking, que contribuiu para a análise das tendências do mercado e o tipo de oferta existente. Essa análise foi fundamental para a delineação do caminho do projeto e para a estruturação do conceito do produto.

Outro aspeto relevante, que foi sempre tido em consideração, em todas as etapas do projeto, pela sua importância nos dias de hoje, foi a ligação do design à questão ambiental.

Mais importante do que criar um produto com um desenho inovador, a criação deve ser sempre pensada em termos da sustentabilidade ambiental. Esta premissa conduziu a uma investigação ligada à introdução da economia circular no meio industrial e que soluções têm vindo a ser encontradas para reduzir o impacto ambiental proveniente dos processos industriais, dando-se particular destaque ao reaproveitamento de matérias-primas ou aproveitamento de resíduos para novos fins e aplicações.

Estes princípios formulados na investigação teórica deram origem a um projeto desafiante que pretende ilustrar as capacidades formais de um designer através do desenvolvimento de um conjunto de três peças utilitárias de porcelana, considerando todas as fases da sua conceção. E por outro, pretende demonstrar a sua capacidade criativa na criação de soluções originais inspiradas em estratégias circulares, recorrendo à exploração e ao aproveitamento de resíduos naturais e utilização de outros materiais para pigmentação de produtos de porcelana.

O desenvolvimento do conjunto das três peças, denominado pela autora de *Pegasus*, permitiu adquirir um vasto conhecimento sobre a produção de louça de porcelana.

As diferentes etapas de realização do conjunto *Pegasus*, como a preparação do ficheiro CAD, a impressão 3D dos modelos das peças, a produção dos moldes, o enchimento manual das três peças, os ensaios, a 1ª cozedura, a vidragem e a respetiva cozedura, contribuíram para o enriquecimento do conhecimento obtido, pois permitiram que fosse possível compreender e acompanhar o comportamento da porcelana ao longo das diferentes fases do processo.

As deformações, evidenciadas após a 2ª cozedura, foram responsáveis por uma retração não linear nas três peças, acabando por impedir que encaixassem umas nas outras. No entanto, ainda que os resultados obtidos não tenham sido os esperados, foram satisfatórios, pois a essência da forma de cada peça, manteve-se. Concluiu-se que a realização de produtos cerâmicos é um processo iterativo, constituído por sucessivas reformulações ao desenho, que, dado o tempo limitado de estágio, serão aspetos devidamente considerados na evolução futura do projeto.

A segunda parte do projeto, que consiste na exploração de materiais de naturezas distintas, deu origem a diversas alternativas de texturas e cores.

Esta parte do projeto serve como um complemento decorativo às peças constituintes do conjunto *Pegasus* e, ao mesmo tempo, pretende contribuir para a circularidade dos resíduos produzidos na indústria, neste caso a alimentar, uma vez que os resíduos trabalhados foram a borra de café e a casca de ovo. A utilização destes resíduos procura não só atribuir-lhes valor acrescentado, como evitar a sua deposição em aterros. Também permite a possibilidade da indústria cerâmica aumentar o seu potencial económico e competitividade, ao introduzir resíduos de baixo custo e de fácil acesso para novos pigmentos alternativos aos corantes e pigmentos sintéticos.

O estudo realizado com os diferentes materiais, permitiu compreender o comportamento de cada um, quando submetido às temperaturas de cozedura da porcelana. Com os resultados obtidos concluiu-se que a utilização de alguns materiais não seria viável, aplicados desta forma e para este fim, devido ao grau de contaminação e deterioração das peças cerâmicas.

Na realização de alguns ensaios de materiais orgânicos, como por exemplo, a beterraba, verificou-se uma degradação significativa da cor e do próprio alimento quando exposto à luz, ao ar ou a altas temperaturas. Porém, quando se realizaram ensaios em que a matéria-prima natural foi previamente preparada, através de processos de desidratação ou secagem em estufa, observou-se uma melhoria substancial na estabilidade do pigmento. Esta observação, permitiu concluir que o material orgânico trabalhado, deve ser previamente preparado, de forma a garantir a sua conservação e contribuir para a estabilidade da cor.

Os resultados adquiridos com os diferentes materiais, levaram à seleção da casca de ovo, como o resíduo final a ser trabalhado e aplicado posteriormente no vidrado. Optou-se pela casca de ovo, pelo efeito orgânico produzido pelas texturas e cores e por ser considerado o material com o melhor comportamento face às temperaturas de cozedura (1370 - 1380 °C).

Trabalhar com diferentes quantidades de casca/vidrado, possibilitou a origem de várias tonalidades de cor, que acabaram por tornar a utilização deste resíduo ainda mais interessante e atrativa pela sua versatilidade decorativa.

Outro aspeto identificado nos resultados alcançados com este resíduo, é a autenticidade de cada peça cerâmica, que se deve ao facto do comportamento da casca não ser linear nas condições de temperatura da porcelana. Mesmo nas peças com percentagens iguais de casca e vidro, existem diferenças visuais que tornam cada peça original e única, sendo impossível voltar a reproduzi-la. Esta particularidade não deve ser vista de forma depreciativa, mas encarada como um fator de inovação, que acrescenta valor, porque dá origem a peças únicas para cada cliente.

Por fim, é importante salientar que, os resultados alcançados neste projeto, constituem uma grande satisfação pessoal. A área dos materiais sempre foi desafiante e estimulante. Ter a oportunidade de testar diferentes materiais, foi um privilégio e uma oportunidade para obter mais experiência e conhecimentos sobre a área. A cooperação de diferentes áreas, nomeadamente do design e da engenharia, contribuiu significativamente para o enriquecimento do projeto, o que comprova que o trabalho feito com o envolvimento de equipas multidisciplinares, fomenta o desenvolvimento de produtos inovadores e de grande valor acrescentado.

## **7.2 Trabalhos Futuros**

Tal como foi referido anteriormente, pretende-se dar continuidade ao projeto, reformulando o desenho até se alcançar o resultado esperado.

Seria também relevante continuar a estudar futuramente os resíduos como recursos alternativos a pigmentação de peças cerâmicas. Procurar e experimentar outras matérias-primas, que possam produzir efeitos decorativos interessantes e que de alguma forma, contribuem para a circularidade dos materiais no meio industrial.

Outro foco importante deste projeto está relacionado com o resíduo da casca de ovo. Dados os resultados obtidos da casca integrada no vidro, neste momento, a aplicação deste resíduo em peças cerâmicas só serve para fins decorativos. Com este facto, pretende-se estudar futuramente, com maior profundidade a casca de ovo, realizando testes que possam validar ou reprovocar a sua utilização para fins utilitários.

Os resultados alcançados sugerem que no futuro a casca de ovo seja considerada como um material alternativo aos pigmentos sintéticos, ou até servir como seu complemento, uma vez que nos ensaios realizados na componente prática, a casca de ovo alterou a cor real dos corantes e originou novas cores e texturas.

Para finalizar, pretende-se que este trabalho possa servir de inspiração a outros projetos e a outras indústrias, e que impulse a implementação de novas ideias que visem a circularidade dos materiais no meio industrial, contribuindo positivamente ao nível económico e ambiental.



## Referências bibliográficas

De acordo com a APA 7th\*.

\* A norma APA 7th não exige a data de consulta de páginas Web. No entanto, optou-se pela sua colocação.

Admin. (August 22). *Cerâmica, o que é a terracota, faiança, grés ou porcelana*. Oficina Da Formiga. Consultado a 15 de Junho de 2021. <https://oficinadaformiga.com/ceramica-o-que-e-a-terracota-faianca-gres-ou-porcelana--ceramics-what-is-terracotta-earthenware-stoneware-or-porcelain/>

Agapito, D., Almeida, H., Almeida, M., Fernandes, S., & Lacerda, A. (2015). O Perfil do Designer e o Papel do Design nas Empresas em Portugal (1st ed.). *Sílabas & Desafios, Unipessoal Lda*. <http://hdl.handle.net/10400.1/7854>

Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal. (2017). Portugal Produtivo - Uma década de mudança. *Portugal Global*. [https://www.portugalglobal.pt/PT/RevistaPortugalglobal/2017/Documents/Portugalglobal\\_n100.pdf](https://www.portugalglobal.pt/PT/RevistaPortugalglobal/2017/Documents/Portugalglobal_n100.pdf)

Agostinho, R. G. F. (2019). Design de produtos em porcelana: Reinterpretar a Faiança de Coimbra através de Robocasting [Master's Thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/30385>

Aguiar, B., Camões, A., Fangueiro, R., Eires, R., Cunha, S., & Kheradmand, M. (2014). *Materiais de Construção Sustentáveis* (1st ed.). Universidade do Minho. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31367>

Almeida, M., Amado, A., Frade, P., Dias, A., & Francisco, V. (2018). *A Economia Circular na Indústria Cerâmica*. Conferência Internacional de Ambiente em Língua Portuguesa XX REALP XI CNA, Aveiro. [http://www.aniet.pt/fotos/editor2/artigo\\_cialp.pdf](http://www.aniet.pt/fotos/editor2/artigo_cialp.pdf)

Amante, E., Benelli, P., & Oliveira, D. A. (2009). *Valorização de resíduos sólidos: casca de ovos como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos*. 1-11. [https://www.researchgate.net/publication/239528284\\_Valorizacao\\_de\\_Residuos\\_Solidos\\_Casca\\_de\\_Ovos\\_como\\_Materia-Prima\\_no\\_Desenvolvimento\\_de\\_Novos\\_Produtos](https://www.researchgate.net/publication/239528284_Valorizacao_de_Residuos_Solidos_Casca_de_Ovos_como_Materia-Prima_no_Desenvolvimento_de_Novos_Produtos)

Ashby, M., & Johnson, K. (2010). *Materials and design: the art and science of material selection in product design* (2nd ed.). Elsevier Ltd.

Associação Empresarial de Portugal. (2021). *Porcelanas da Costa Verde exporta 75% do que produz*. Consultado a 25 de Junho de 2021. <https://www.aeportugal.pt/pt/media/noticias/porcelanas-da-costa-verde-exporta-75-do-que-produz/>

Associação Portuguesa das Indústrias de Cerâmica e Cristalaria. (2012). *Promoção do empreendedorismo e da criação de empresas com maior valor acrescentado*. <https://www.apicer.pt/apicer/media/5de54aafa7.pdf>

Baena, L. (n.d.). *Vista Alegre Chefs Collection Coral Plate Glazed Finish*. Jacksons. Consultado a 18 de Julho de 2021. <https://jacksonscg.co.uk/vista-alegre-chefs-collection-coral-plate-glazed-finish-by-chef-luis-baena.html?fbclid=IwAR3Pz3ZVc95HLFtUFP8ZH5bc6QX5SnpQrzwD0Zeyyy31vgz-PW7IEdUyqpQ>

Banwell, R. (2021). *Incubação de ovos de pato sem remoção da cutícula*. PeterSime. Consultado a 17 de Agosto de 2021. [https://www.petersime.com/pt-BR/departamento-de-desenvolvimento-do-incubatorio/incubacao-de-ovos-de-pato-sem-remocao-da-cuticula/?fbclid=IwAR270\\_Irm1ya9mzsLWSQCQ1NVOYGqf9upOCBBjCl8fpAPKJOUmGETFKBVC4](https://www.petersime.com/pt-BR/departamento-de-desenvolvimento-do-incubatorio/incubacao-de-ovos-de-pato-sem-remocao-da-cuticula/?fbclid=IwAR270_Irm1ya9mzsLWSQCQ1NVOYGqf9upOCBBjCl8fpAPKJOUmGETFKBVC4)

Boch, P., & Nièpce, J.-C. (2007). *Ceramic Materials: Processes, Properties, and Applications*. (2nd ed.). ISTE Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470612415>

Bondioli, F., Manfredini, T., & Oliveira, A. P. N. (1998). Pigmentos Inorgânicos : Projeto, Produção e Aplicação Industrial. *Cerâmica Industrial*, 3(4-6), 13-17. <https://www.ceramicaindustrial.org.br/journal/ci/article/587657017f8c9d6e028b4603>

Cabral, M. S., & Moris, V. A. da S. (2010). *Reaproveitamento da borra de café como medida de minimização da geração de resíduos*. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, Brasil. [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_tn\\_stp\\_121\\_788\\_17072.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_121_788_17072.pdf)

Caldeira, D. (2015). *Valorização da Borra de Café: Otimização da Produção de Biodiesel por Catálise Enzimática* [Master's Thesis, Instituto Superior de Engenharia do Porto]. Repositório Científico do Instituto Politécnico do Porto. <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/8088>

Centro Regional de Apoio ao Artesanato. (n.d.). *Artesanato nos Açores, Faiança*. Consultado a 18 de Junho de 2021. <http://artesanato.azores.gov.pt/artesanato/ceramica/faianca/>

Centro Tecnológico de Cerâmica e Vidro. (2019). *Economia circular no setor do vidro e da cerâmica*. Jornadas Técnicas da Cerâmica e Do Vidro, Aveiro. [https://www.ctcv.pt/pdf/RELATORIO\\_EUROACELERA\\_CTCV\\_Aveiro.pdf](https://www.ctcv.pt/pdf/RELATORIO_EUROACELERA_CTCV_Aveiro.pdf)

Ceramics Portugal Arfai. (2018). *Faiança, grés ou porcelana: descubra as diferenças*. Consultado a 19 de Junho de 2021. <https://arfaiceramics.com/faianca-gres-ou-porcelana-descubra-as-diferencas/>

Ceschin, F. (2016). Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions. *Design Studies*, 47, 118-163. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002>

Circular Tayside. (2017). *What is the Circular Economy?* Consultado a 13 de Agosto de 2021. <https://circulartayside.co.uk/what-is-the-circular-economy/>

Cosmo, B. M. N., & Galeriani, T. M. (2017). Determinação De Cinzas em Amostras de Beterraba, Capim Elefante e Farinha de Peixe. *Revista Científica Semana Acadêmica*, 000113, 1-19. [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/determinacao\\_de\\_cinzas\\_em\\_amostras\\_de\\_beterraba\\_capim\\_elefante\\_e\\_farinha\\_de\\_peixe.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/determinacao_de_cinzas_em_amostras_de_beterraba_capim_elefante_e_farinha_de_peixe.pdf)

Costa Nova. (2021). Consultado a 19 de Novembro de 2021. [https://issuu.com/costanova/docs/cat-cn\\_professional-2021\\_6919daa4526ed8?fr=sYjM0MTM2OTkyNDk](https://issuu.com/costanova/docs/cat-cn_professional-2021_6919daa4526ed8?fr=sYjM0MTM2OTkyNDk)

Costa Verde. (n.d.). *Agma, um quinto elemento*. Consultado a 17 de Junho de 2021. <https://costa-verde.com/colecoes-costa-verde/agma/>

Costa Verde. (n.d.-b). *Design - Costa Verde*. Consultado a 21 de Junho de 2021. <https://costa-verde.com/sustentabilidade/design>

Costa Verde. (n.d.). *Saturno Eliptico, refinamento e tudo à volta*. Consultado a 18 de Julho de 2021. <https://costa-verde.com/colecoes-costa-verde/saturno-eliptico/>

Costa Verde. (n.d.-a). *Sustentabilidade - Costa Verde*. Consultado a 21 de Junho de 2021. <https://costa-verde.com/sustentabilidade/>

Costa Verde. (2018). *Porcelana: O que a distingue dos demais produtos cerâmicos?* Consultado a 19 de Junho de 2021. <https://costa-verde.com/porcelana-distingue-produtos-ceramicos/>

Costa Verde. (2021). *Mature, alegria e personalidade à mesa*. Consultado a 28 de Agosto de 2021. <https://costa-verde.com/colecoes-moods/mature/>

Cuppen, M. (n.d.). *Texture & chefs*. Consultado a 18 de julho de 2021. [https://www.miekecuppen.com/en/stories/texture-and-chefs?fbclid=IwAR1KVrc-da2U066S62L2uepUx9kKRQEcJGBI2Frh7Yh5qCT\\_P-aifp6AO98](https://www.miekecuppen.com/en/stories/texture-and-chefs?fbclid=IwAR1KVrc-da2U066S62L2uepUx9kKRQEcJGBI2Frh7Yh5qCT_P-aifp6AO98)

Design Council. (2019). *What is the framework of innovation?* Consultado a 9 de Junho de 2021. <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

Design Council. (2021). *Sustainability Statement*. Consultado a 6 de Setembro de 2021. <https://www.designcouncil.org.uk/sustainability-statement>

Design Management Institute. (n.d.). *What is Design Management?* Consultado a 1 de Junho de 2021. [https://www.dmi.org/page/What\\_is\\_Design\\_Manag](https://www.dmi.org/page/What_is_Design_Manag)

Dolores, E.-Q., Villarejo, L. P., & Soto, P. J. S. (2019). Introduction to Ceramic Materials: Synthesis, Characterization, Applications, and Recycling. *In Ceramic Materials - Synthesis, Characterization, Applications and Recycling* (pp. 1-5). IntechOpen. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.84710>

Ellen Macarthur Foundation. (2017). *Economia Circular*. Consultado a 1 de Setembro de 2021. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>

Fagundes, A. (1997). *Manual Prático de introdução à Cerâmica* (2nd ed.). Editorial Caminho.

Fast Foward Design. (2019). *Green Design, EcoDesign e Design Sustentável - Entenda as diferenças*. Consultado a 9 de Setembro de 2021. <https://www.ffdesign.cc/single-post/2019/09/14/greendesign>

Ferreira, E. (2016). *O Design como Estratégia de Inovação para a competitividade e sustentabilidade de países, empresas e comunidades: O Caso Ipameri-GO* [Master's Thesis, Universidade de Brasília]. Repositório da Universidade da Brasília. [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/6590/1/2006\\_ElizaFerreira.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/6590/1/2006_ElizaFerreira.pdf)

Ferreira, P., Coimbra, M., Gonçalves, I., Oliveira, G., & Passos, C. (2021). *Coffee By-Products and Their Suitability for Developing Active Food Packaging Materials*. *Foods*, 10(3). <https://doi.org/10.4324/9781315374390>

Figueira, C. H. (2014). *Aproveitamento de casca de ovo para aplicações industriais* [Master's Thesis, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra]. [https://eg.uc.pt/bitstream/10316/38778/1/Aproveitamento de casca de ovo para aplicacoes industriais.pdf](https://eg.uc.pt/bitstream/10316/38778/1/Aproveitamento%20de%20casca%20de%20ovo%20para%20aplicacoes%20industriais.pdf)

Fonseca, A. T. De. (2000). *Tecnologia de Processamento Cerâmico* (1st ed.). Universidade Aberta.

Frutuoso, M. (2021, February 28). *Design e Inovação*. S.Bernardo PP&A. Consultado a 8 de Junho de 2021. <https://ppa-sbernardo.com/pt-pt/design-e-inovacao/>

Gabinete de Planeamentos Políticos e Administração Geral. (2020). *Análise setorial ovos*. [https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo\\_NDICE\\_ANLISE\\_SETORIAL\\_OVOS.pdf](https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo_NDICE_ANLISE_SETORIAL_OVOS.pdf)

Gallaud, D., & Laperche, B. (2016). *Circular economy, industrial ecology and short supply chain* (1st ed., Vol. 4). ISTE Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119307457>

Gassman, T. M. O. P. (2004). *Valorização de Resíduos na Produção de Esmaltes Cerâmicos* [Master's Thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/2286/1/2009001065.pdf>

Gorenje Keramika. (2021). *Japandi, The minimalist harmony of the design*. <http://ceramics-gorenje.com/public/h/news/2021/japandi/Japandi.pdf>

Helexia. (2020, December 4). *Costa Verde: uma trajetória de Sustentabilidade*. O Instalador. Consultado a 21 de Junho de 2021. <https://oinstalador.com/Artigos/320679-Costa-Verde-uma-trajetoria-de-Sustentabilidade.html>

Interaction Design Foundation. (n.d.). *Design Thinking*. Consultado a 1 de Junho de 2021. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/design-thinking>

International Coffee Organization. (2020). *Coffee Market Report*. Consultado a 26 de Agosto de 2021. <https://www.ico.org>

Janssen, R. (2020, May 28). *A indústria da cerâmica e a transição para uma economia circular*. Energy Efficiency Is Connected. Consultado a 28 de Agosto de 2021. <https://ee-ip.org/pt/article/a-industria-da-ceramica-e-a-transicao-para-uma-economia-circular-1782>

Keil, M. (n.d.). *Av. Infante Santo. Viúva Lamego*. Consultado a 25 de Junho de 2021. <https://www.viuvalamego.com/pt/handmade/projetos/>

Kintsugi. (n.d.). Consultado a 23 de Julho de 2021. [https://kintsugiaustralia.com.au/repair/?fbclid=IwAR1pS6fXmwJqYEWqyrLArdk\\_kv-7M7Sg3GRYIKW3\\_p53ITPD\\_negQISF-84](https://kintsugiaustralia.com.au/repair/?fbclid=IwAR1pS6fXmwJqYEWqyrLArdk_kv-7M7Sg3GRYIKW3_p53ITPD_negQISF-84)

Knierim, A. (2021, April 14). *What Is Japandi?* The Spruce. Consultado a 5 de Agosto de 2021. <https://www.thespruce.com/japandi-design-4782478>

Kotler, P., & Keller, K. L. (2013). *Administração de Marketing* (14th ed.). Pearson Education do Brasil.

Kramer, M. (2005). *Resíduos industriais e a questão ambiental*. *Simpósio de Excelência Em Gestão e Tecnologia - SEGeT'2005*, 670-683. [https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/5\\_Residuosindustriais\\_e\\_a\\_questao\\_ambiental.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/5_Residuosindustriais_e_a_questao_ambiental.pdf)

Kucerenkaite, A. (n.d.). *Ignorance Is Bliss Porcelain Tableware*. Consultado a 27 de Agosto de 2021. <https://www.agne-k.com/projects#/ignorance-is-bliss-porcelain-tableware/>

Lefteri, C. (2003). *Ceramics - Materials for Inspirational Design*. Rotovision.

Legald, S. (n.d.). *Junto Carafe Terracotta. Normann Copenhagen*. Consultado a 23 de Outubro de 2021. <https://www.normanncopenhagen.com/en/Products/Accessories/Serving/Tableware/Junto-Carafe-Orange-361013>

Lopes, F. (2017). *Pigmentos e Corantes Naturais: uma alternativa aos corantes sintéticos*. ProfissãoBioTec. Consultado a 29 de Agosto de 2021. <https://profissaobiotec.com.br/pigmentos-e-corantes-naturais-uma-alternativa-aos-corantes-sinteticos/>

Lüke, M. (n.d.). *Additive manufacturing*. Consultado a 3 de Outubro de 2021. <https://wzr.cc/en/binder-jetting-2/>

Magnago, R. F., Domingos Garcia, G., Marques, D. V., Pedroso, I. D., Costa Hermann, K. A., Lohn Pereira, N. R., Perroni Mazon, S., & Costa, S. C. (2019). Combustível Sólido a Partir De Biomassa Residual De Borra De Café, Casca De Arroz E Casca De Batata. *MIX Sustentável*, 5(2), 43-53. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.mix2019.v5.n2.43-53>

Margarido, J. (2017). *Terra - Recolha e exploração da matéria* [Master's Thesis, Escola Superior Artes e Design Das Caldas Da Rainha]. <https://sites.ipleiria.pt/projetocp2s/2017/12/19/dissertacao-de-mestrado-de-joao-margarido-terra/>

Markovic, L., Dutina, V., & Kovacevic, M. (2011). Application of benchmarking method in the construction companies. *Facta Universitatis - Series: Architecture and Civil Engineering*, 9(2), 301-314. <https://doi.org/10.2298/fuace1102301m>

Mesa Ceramics. (n.d.). Consultado a 14 de Agosto de 2021. <https://www.mesa-ceramics.com/en/mesa-ceramics-2/>

Messe Frankfurt. (2021). *Ambiente Trends 2021*. Consultado a 2 de Outubro de 2021. <https://conzoom-solutions.messefrankfurt.com/frankfurt/en/trends-implementation/ambiente-trends-21.html#navigation>

Motta, J. F. M., Zanardo, A., & Junior, M. C. (2001). As matérias-Primas Cerâmicas. Parte I: O perfil das Principais Industrias Cerâmicas e Seus Produtos. *Cerâmica Industrial*, 6(2), 28-39. <https://www.ceramicaindustrial.org.br/journal/ci/article/5876570b7f8c9d6e028b4643>

National Research Council. (1968). *Ceramic Processing* (Vol. 12, Issue 20). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/20276>

Nguyen, T. M. T., Cho, E. J., Song, Y., Oh, C. H., Funada, R., & Bae, H. J. (2019). Use of coffee flower as a novel resource for the production of bioactive compounds, melanoidins, and bio-sugars. *Food Chemistry*, 299, 8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125120>

Oliveira, A. (2021). Exportações portuguesas de produtos cerâmicos no 1º semestre de 2021. *Kéramica*, 32-33. <https://issuu.com/apicer-ceramicsportugal/docs/keramica371>

Oxford Porcelanas. (n.d.). *Ryo Maresia*. Consultado a 22 de Setembro de 2021. <https://www.oxfordporcelanas.com.br/ryo-maresia/p>

Paula, J. A. E. dos S. (2018). *Economia circular: repensar o mercado: o projeto Uniloop*. [Master's Thesis, Universidade de Aveiro] Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773/24109>

Pereira, P. M. R. (2018). *Análise e melhoria do processo de fabrico de louça de hotelaria* [Master's Thesis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. [https://sigarra.up.pt/fpceup/pt/pub\\_geral.pub\\_view?pi\\_pub\\_base\\_id=259542](https://sigarra.up.pt/fpceup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=259542)

Platt, R., & Young, C. (n.d.). *A la Carte*. Living. Consultado a 22 de Setembro de 2021. [https://catalogo.living.corriere.it/catalogo/prodotti/Rosenthal/A-la-Carte.shtml?fbclid=IwAR2eAwI-ObpsJIq6PeJLwE6DLz3plvpsHZduB-FeOh\\_cL0stSGiC6BwE675g](https://catalogo.living.corriere.it/catalogo/prodotti/Rosenthal/A-la-Carte.shtml?fbclid=IwAR2eAwI-ObpsJIq6PeJLwE6DLz3plvpsHZduB-FeOh_cL0stSGiC6BwE675g)

Plus x Award. (n.d.). *Kütahya Porselen Sanayi A.S. Galaxy*. Consultado a 14 de Agosto de 2021. [https://plusxaward.de/en/portfolio/kuetahya-porselen-sanayi-a-s-galaxy/?fbclid=IwAR20MLKGmTNwN02vMZwH4\\_v-IKtal5UbC2asgDI8\\_RzkWVhv-f855\\_1jD60](https://plusxaward.de/en/portfolio/kuetahya-porselen-sanayi-a-s-galaxy/?fbclid=IwAR20MLKGmTNwN02vMZwH4_v-IKtal5UbC2asgDI8_RzkWVhv-f855_1jD60)

Rahaman, M. N. (2017). *Ceramic Processing* (2nd ed.). CRC Press - Taylor & Francis Group.

Reed, J. S. (1995). *Principles of Ceramic Processing* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc. (US). [https://www.academia.edu/35591378/James\\_S\\_Reed](https://www.academia.edu/35591378/James_S_Reed)

Ribeiro, C. A. (2021, March 26). *Indústria Cerâmica*. Dinheiro Vivo. Consultado a 4 de Agosto de 2021. <https://www.dinheirovivo.pt/entrevistas/jose-luis-sequeira-as-empresas-vem-resistindo-financeiramente-mas-ate-quando-13496628.html>

Rocha & Brito - Materiais de Construção Lda. (n.d.). *Óxido de ferro (140)*. Consultado a 30 de Agosto de 2021. <https://rochaebrit.com/index.php?route=product/category&path=412>

Rocha, C., Celades, I., Dosdá, T. R., Brarens, I., Grais, P. G., Almeida, M., Francisco, V., & Somakos, L. (2010). *Innovation and Ecodesign in Ceramic Industry. An Overview of the ceramic sector in Portugal, Spain and Greece Portugal*. Environmental Management, 11, 10. <http://repositorio.Ineg.pt/bitstream/10400.9/1184/1/INNOECODESIGN.pdf>

Sánchez, E. (1997). *Matérias-Primas para a Fabricação de Fritas e Esmaltes Cerâmicos Introdução Matérias-Primas para a Fabricação*. *Cerâmica Industrial*, 2(3/4), 32-40. <https://www.ceramicaindustrial.org.br/journal/ci/article/587656fd7f8c9d6e028b45ed>

Schiffer, C. (n.d.). *Cloudy Butterflies - Vaso 29,5. Bordallo Pinheiro*. Consultado a 25 de Junho de 2021. [https://pt.bordallopinheiro.com/cloudy-butterflies-vaso-295?m=l&gclid=Cj0KQCQiAy4eNBhCaARIsAFDVtI3I4b5cAX5zPXeFyhjLYGXMEbsq7k6Zo-ShzOvmHdPxgwEjg5\\_cYDwaAla6EALw\\_wcB](https://pt.bordallopinheiro.com/cloudy-butterflies-vaso-295?m=l&gclid=Cj0KQCQiAy4eNBhCaARIsAFDVtI3I4b5cAX5zPXeFyhjLYGXMEbsq7k6Zo-ShzOvmHdPxgwEjg5_cYDwaAla6EALw_wcB)

Spinelli, A., Oliveira, A. P. N. de, & Paskocimas, C. A. (2003). Síntese de Pigmento Cerâmico de Óxido de Ferro Encapsulado em Sílica Amorfa para Aplicações Cerâmicas a Altas Temperaturas (1100-1200°C). *Cerâmica Industrial*, 8(1), 46-50. <https://www.ceramicaindustrial.org.br/journal/ci/article/587657167f8c9d6e028b4685>

Stjernswärd, N. (n.d.). *Kaiku living color*. Consultado a 1 de Setembro de 2021. <https://www.stjernsward.co/kaiku-living-color>

Tableware International. (2021b). *Get ready tableware*. Consultado a 5 de Outubro de 2021. <https://tablewareinternational.com/2021/08/17/the-latest-issue-of-tableware-international-is-online-now/>

Tableware International. (2021a). *It's all about texture*. Consultado a 5 de Outubro de 2021. <https://tablewareinternational.com/2021/06/18/tableware-international-horeca-edition-is-online-now/>

Tableware International. (2021c). *Organic shapes and colours*. Consultado a 5 de Outubro de 2021. <https://tablewareinternational.com/2021/06/18/tableware-international-latest-issue-is-online-now/>

Tiago. (2019). *Pigmento ou corante? Entenda a diferença*. KOI HUB Produtos Químicos. Consultado a 1 de Setembro de 2021. <https://koihub.com.br/pigmento-ou-corante-entenda-a-diferenca/>

Trendbook. (2020). *Moodboard Trends 2020 Ceramic*. Consultado a 3 de Outubro de 2021. <https://www.trendesignbook.com/moodboards/moodboard-trend-book-2020-materials-ceramic>

Tsai, W. T., Yang, J. M., Hsu, H. C., Lin, C. M., Lin, K. Y., & Chiu, C. H. (2008). *Development and characterization of mesoporosity in eggshell ground by planetary ball milling. Microporous and Mesoporous Materials*, 111(1-3), 379-386. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2007.08.010>

Universidade Federal de São Paulo. (2021). *Relatório básico: Beterraba, crua*. <https://tabnut.dis.epm.br/alimento/11080/beterraba-crua>

Vale, C. P., Morais, L., & Lacerda, C. (2016). *Cerâmica Portuguesa: Tradição e Inovação*. Associação portuguesa das indústrias de cerâmica e cristalaria. <https://hdl.handle.net/10216/86654>

Vicente, J., Frazão, R., & Silva, F. (2012). The evolution of design with concerns on sustainability. *Convergências : Revista de Investigação e Ensino Das Artes*. [https://www.researchgate.net/publication/289229660\\_The\\_Evolution\\_of\\_Design\\_with\\_Concerns\\_on\\_Sustainability](https://www.researchgate.net/publication/289229660_The_Evolution_of_Design_with_Concerns_on_Sustainability)

Vieira, C., Alves, J., Silva, A., & Roque, M. (2011). *Manual de Produção + limpa da Indústria Cerâmica*. AEP, Associação Empresarial de Portugal. [http://www.pofc.qren.pt/resourcesuser/2013/publicacoes/benchmark\\_ae\\_manual\\_producaomaislimpa\\_ceramica1.pdf](http://www.pofc.qren.pt/resourcesuser/2013/publicacoes/benchmark_ae_manual_producaomaislimpa_ceramica1.pdf)

Villeroy & Boch. (2021). *La boule*. Consultado a 4 de Julho de 2021. <https://www.villeroy-boch.co.uk/shop/all-collections/la-boule.html>

White, J. (n.d.). *About Pit Firing*. Consultado a 30 de Agosto de 2021. <http://janewhiteceramics.com/pit-firing/>

Young Entrepreneur Council. (2021, February 20). *7 Product Design Trends to Watch for in 2021*. Consultado a 25 de Setembro de 2021. <https://www.inc.com/young-entrepreneur-council/7-product-design-trends-to-watch-for-in-2021.html>

Zhang, Z. (2017). *Coffire Pendant Lamp*. Consultado a 22 de Setembro de 2021. <https://www.zhekaizhangdesign.com/coffire-pendant-lamp>

## **Anexos**

## Anexo A

|   |                         |
|---|-------------------------|
| <b>Ensaio B</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|    | <b>2h</b>               |
| <b>Ensaio D</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|    | <b>2h</b>               |
| <b>Ensaio E</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|  | <b>1h30</b>             |
| <b>Ensaio G</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|  | <b>1h</b>               |
| <b>Ensaio H</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|  | <b>1h</b>               |

- O número de ensaios realizados da saladeira Pegasus, estão diretamente relacionados com a necessidade de conformar peças para a posterior aplicação no vidro com os resíduos trabalhados.

|   |                         |
|---|-------------------------|
| <b>Ensaio I</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|    | <b>1h</b>               |
| <b>Ensaio J</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|    | <b>1h</b>               |
| <b>Ensaio L</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|  | <b>1h</b>               |
| <b>Ensaio M</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|  | <b>1h</b>               |
| <b>Ensaio N</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|  | <b>1h</b>               |
| <b>Ensaio P</b>   | <b>Tempo de repouso</b> |
|  | <b>40-50 min</b>        |

## Anexo B

### Ensaio borra de café e outras matérias-primas - forno baixo-fogo (900 °C)

| Ensaio<br>pré-cozedura  | Materiais  |
|---|--|
| <p><b>1</b></p>    | <p>2 g de borra de café + 2 ml de óleo de café</p>   |
| <p><b>2</b></p>    | <p>2 ml de óleo de café</p>  |
| <p><b>3</b></p>   | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 2 ml de óleo de café</p>   |
| <p><b>4</b></p>  | <p>1 g de sal + 2 g de borra de café + 2 ml de óleo de café</p>  |
| <p><b>5</b></p>  | <p>1 fio de cobre + 2 ml de óleo de café</p>   |
| <p><b>6</b></p>  | <p>1 fio de cobre + 2 ml de óleo de café + 2 g de borra de café</p>  |
| <p><b>7</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 2 g de borra de café<br/>+ 2 ml de óleo de café</p>              |
| <p><b>8</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 2 g de borra de café<br/>+ 1 g de sal + 2 ml de óleo de café</p> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>9</b></p>     | <p>1 fio de cobre + 2 g de borra de café + 1 g de sal +<br/>2 ml de óleo de café</p>   |
| <p><b>10</b></p>    | <p>1 fio de cobre</p>  |
| <p><b>11</b></p>    | <p>1 fio de cobre + 1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal + 2 ml óleo de café<br/>(o alumínio embrulha a mistura e o caco cerâmico)</p> |
| <p><b>12</b></p>    | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal + 2 ml óleo de café<br/>(o alumínio embrulha a mistura e o caco cerâmico)</p>                  |
| <p><b>13</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal + 5 ml óleo girassol</p>   |
| <p><b>14</b></p>  | <p>1 fio de cobre + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal</p>  |
| <p><b>15</b></p>  | <p>1 fio de cobre+ 1 g de sal</p>  |
| <p><b>16</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de sal</p>   |
| <p><b>17</b></p>  | <p>1 g de cobre em pedaços</p>   |
| <p><b>18</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal + 5 ml óleo de café</p>  |

**Ensaio borra de café e outras matérias-primas - forno de vidro (1370 - 1380 °C)**

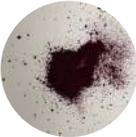
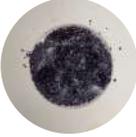
| Ensaio<br>pré-cozedura  | Materiais  |
|---|--|
| <p>19</p>    | <p>2 g de borra de café + 2 ml de óleo de café</p>   |
| <p>20</p>    | <p>2 ml de óleo de café</p>  |
| <p>21</p>   | <p>1 g de sal + 2 g de borra de café + 2 ml de óleo de café</p>  |
| <p>22</p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 2 ml de óleo de café</p>                                     |
| <p>23</p>  | <p>1 fio de cobre + 2 ml de óleo de café</p>   |
| <p>24</p>  | <p>1 fio de cobre + 2 ml de óleo de café + 2 g de borra de café</p>  |
| <p>25</p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 2 g de borra de café + 2 ml de óleo de café</p>              |
| <p>26</p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 2 g de borra de café + 1 g de sal + 2 ml de óleo de café</p> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>27</b></p>    | <p>1 fio de cobre + 2 g de borra de café + 1 g de sal +<br/>2 ml de óleo de café</p>   |
| <p><b>28</b></p>    | <p>1 fio de cobre</p>  |
| <p><b>29</b></p>    | <p>1 fio de cobre + 1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal + 2 ml óleo de café<br/>(o alumínio embrulha a mistura e o caco cerâmico)</p> |
| <p><b>30</b></p>    | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal + 5 ml óleo girassol</p>   |
| <p><b>31</b></p>   | <p>1 fio de cobre + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal</p>  |
| <p><b>32</b></p>  | <p>1 fio de cobre + 1 g de sal</p>   |
| <p><b>33</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de sal</p>   |
| <p><b>34</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 1 g de borra de café + 0,5 g de sal + 2 ml óleo de café<br/>(o alumínio embrulha a mistura e o caco cerâmico)</p>                  |
| <p><b>35</b></p>  | <p>1 g de cobre em pedaços</p>   |
| <p><b>36</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 0,25 g de borra de café + 0,2 g de sal + 20 ml óleo girassol</p>   |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>37</b></p>    | <p>1 fio de cobre + 0,5 g de sal</p>   |
| <p><b>38</b></p>    | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 0,5 g de sal</p>   |
| <p><b>39</b></p>    | <p>1 de folha de alumínio industrial + 5 ml de óleo de café + 0,1 g de borra de café + 0,05 g de sal</p>         |
| <p><b>40</b></p>    | <p>1 de folha de alumínio industrial + 1 fio de cobre + 0,1 g de borra de café + 0,05 g de sal</p>               |
| <p><b>41</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 10 ml de água + 1 g de borra de café + 0,05 g de sal</p>           |
| <p><b>42</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio industrial + 0,1 g de borra de café + 0,05 g de sal + 10 ml de óleo de café</p> |
| <p><b>43</b></p>  | <p>1 pedaço de folha de alumínio doméstico + 0,5 g de borra de café + 0,2 g de sal + 10 ml de óleo de café</p>   |

## Anexo C

### Ensaio de matérias-primas naturais e solventes - forno de vidro (1370 - 1380 °C)

| Ensaio<br>pré-cozedura   | Materiais   |
|--|---|
| <b>1</b>    | 2 g de beterraba desidratada + 5 ml de óleo de café                               |
| <b>2</b>    | 2 g de beterraba desidratada + 5 ml de gasóleo                                    |
| <b>3</b>  | 2 g de beterraba desidratada  |
| <b>4</b>  | 2 g de beringela desidratada + 2 ml de álcool                                     |
| <b>5</b>  | 2 g de beringela desidratada + 2 ml de gasóleo                                    |
| <b>6</b>  | 2 g de beringela desidratada  |
| <b>7</b>  | 2 g de beterraba desidratada + 1 ml de gasóleo +<br>0,5 g de bicarbonato de sódio |
| <b>8</b>  | 2 g de beringela desidratada + 1 ml de álcool +<br>0,5 g de bicarbonato de sódio  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>9</b></p>     | <p>1 g de cebola roxa desidratada + 2 ml de vinagre branco + 0,5 g de bicarbonato de sódio</p>                 |
| <p><b>10</b></p>    | <p>2 g de beringela desidratada + 2 ml de álcool + 0,5 g de bicarbonato de sódio</p>                           |
| <p><b>11</b></p>    | <p>4 g de polpa de beterraba com alumínio triturado</p>  |
| <p><b>12</b></p>   | <p>4 g de polpa de beterraba</p>   |
| <p><b>13</b></p>  | <p>2 g de beringela desidratada + 2 ml de álcool + 0,5 g de bicarbonato de sódio + 0,5 g de borra de café.</p> |
| <p><b>14</b></p>  | <p>2 g de beringela desidratada + 2 ml de óleo de café + 2 ml de vinagre + 0,5 g de bicarbonato de sódio</p>   |
| <p><b>15</b></p>  | <p>4 g de polpa de beterraba</p>   |
| <p><b>16</b></p>  | <p>2,5 g de beterraba desidratada</p>  |
| <p><b>17</b></p>  | <p>1 fio de cobre + 2,5 g de beterraba desidratada + 1 g de bicarbonato de sódio + 2 ml de vinagre</p>         |
| <p><b>18</b></p>  | <p>1 fio de cobre + 2,5 g de beterraba desidratada + 1 g de bicarbonato de sódio</p>                           |

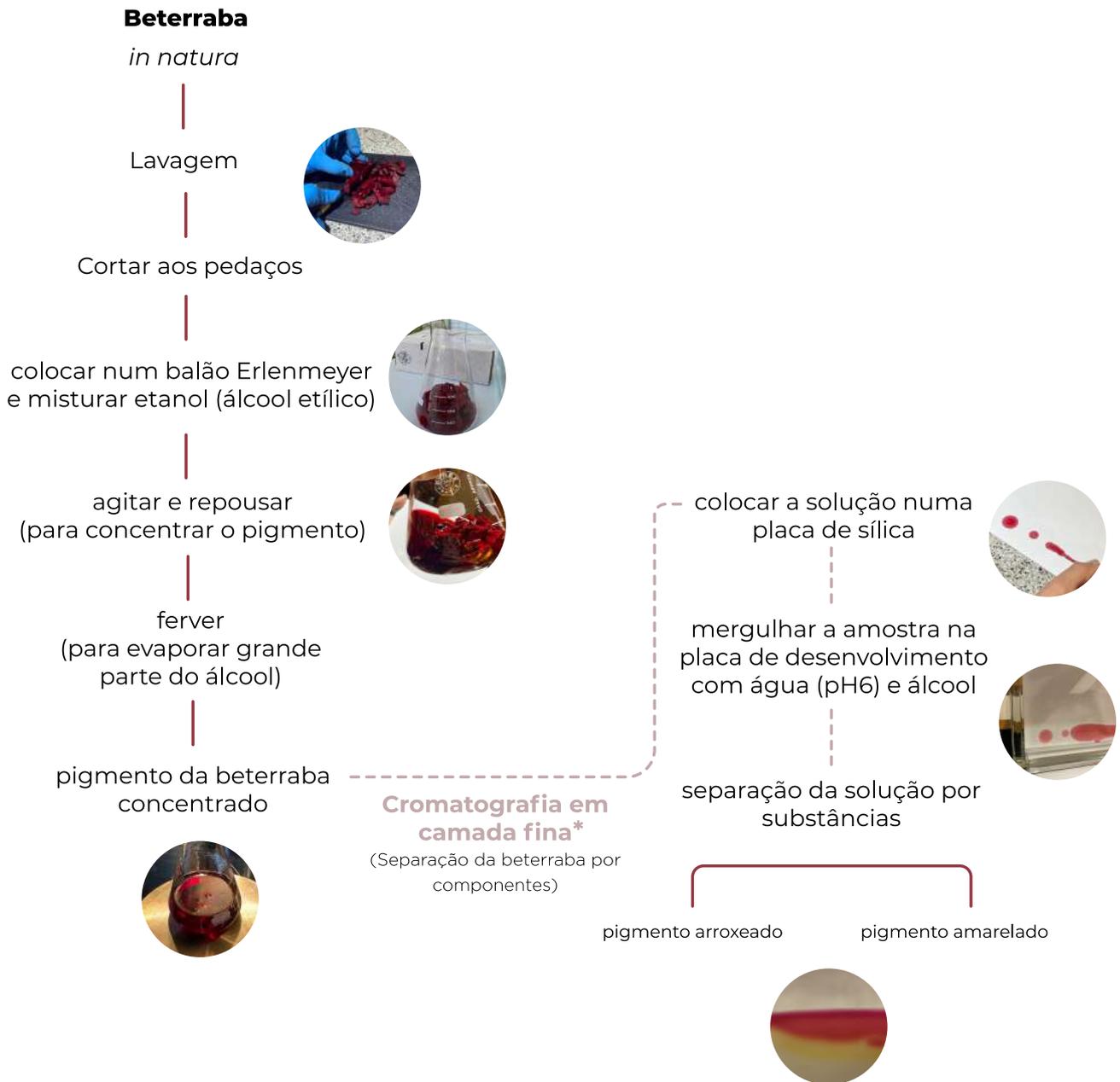
## Anexo D

### Ensaio casca de ovo com beterraba (em diferentes estados) - forno de vidro (1370 - 1380 °C)

| Ensaio<br>pré-cozedura   | Materiais   |
|--|---|
| <b>1</b>    | casca de ovo impregnada* com beterraba em meio ácido - 3,5 g<br>*Diz-se impregnada, porque ferveu-se a casca com o líquido de beterraba, para a casca absorver o pigmento da beterraba. |
| <b>2</b>    | 2 g de casca de ovo + 5 ml de líquido de beterraba em meio ácido  |
| <b>3</b>  | 3 g de casca de ovo + 5 ml de líquido de beterraba em meio ácido  |
| <b>4</b>  | 1 g de beterraba desidratada em pó + 20 ml de vinagre branco<br>+ 2 g casca de ovo  |
| <b>5</b>  | 2 g de casca de ovo + 1 g de beringela desidratada  |
| <b>6</b>  | casca de ovo impregnada com beterraba em meio básico (água e bicarbonato de sódio) - 3 g  |
| <b>7</b>  | 5 g de casca de ovo + 2 g de beterraba torrada a 300° graus   |
| <b>8</b>  | casca de ovo impregnada com pigmento de beterraba extraído com etanol (em meio ácido) - 3 g   |

|           |   |  |
|-----------|---|--|
| <b>9</b>  |    | casca de ovo impregnada com pigmento de beterraba extraído com etanol (em meio ácido) - 6 g  |
| <b>10</b> |    | casca de ovo impregnada com pigmento de beterraba extraído com etanol (em meio ácido) - 12 g |
| <b>11</b> |    | casca de ovo impregnada com pigmento de beterraba extraído com etanol (em meio ácido) - 24 g |
| <b>12</b> |    | casca de ovo impregnada com pigmento de beterraba extraído com etanol (em meio ácido) - 36 g |
| <b>13</b> |  | casca de ovo impregnada com pigmento de beterraba extraído com etanol (em meio ácido) - 36 g |
| <b>14</b> |  | casca de ovo impregnada com pigmento de beterraba extraído com etanol (em meio ácido) - 36 g |

## Processo de extração do pigmento de beterraba com etanol



\* O processo de extração do pigmento da beterraba e a sua separação por substâncias foi realizado com o apoio de uma pessoa da área da química.

**Anexo E****Ensaio com vidrado e casca de ovo (1h moagem) - forno de vidrado  
(1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>%<br/>casca / vidrado</b> | <b>Materiais</b>                  | <b>tempo de<br/>mergulho<br/>(s)</b> | <b>Densidade<br/>g/L</b> |
|---------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>1</b>      | 10 / 90                      | 25 g de casca + 225 g de vidrado  | 3                                    | 1460                     |
| <b>2</b>      | 10 / 90                      | 25 g de casca + 225 g de vidrado  | 5                                    | 1460                     |
| <b>3</b>      | 10 / 90                      | 25 g de casca + 225 g de vidrado  | 3                                    | 1660                     |
| <b>4</b>      | 10 / 90                      | 25 g de casca + 225 g de vidrado  | 5                                    | 1660                     |
| <b>5</b>      | 25 / 75                      | 75 g de casca + 225 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1750                     |
| <b>6</b>      | 50 / 50                      | 225 g de casca + 225 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                        | 1840                     |
| <b>7</b>      | 75 / 25                      | 675 g de casca + 225 g de vidrado | 3                                    | 1660                     |
| <b>8</b>      | 75 / 25                      | 675 g de casca + 225 g de vidrado | 5                                    | 1660                     |

|          |         |  |   |      |
|----------|---------|--|---|------|
| <b>9</b> | 75 / 25 | 675 g de casca + 225 g de vidrado<br>(repetição do ensaio 8) | 5 | 1660 |
|----------|---------|--|---|------|

**Ensaio com vidrado e casca de ovo (2h moagem) - forno de vidrado  
(1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>%<br/>casca / vidrado</b> | <b>Materiais</b>                  | <b>tempo de<br/>mergulho<br/>(s)</b> | <b>Densidade<br/>g/L</b> |
|---------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>10</b>     | 10 / 90                      | 30 g de casca + 270 g de vidrado  | 3                                    | 1400                     |
| <b>11</b>     | 10 / 90                      | 30 g de casca + 270 g de vidrado  | 5                                    | 1400                     |
| <b>12</b>     | 10 / 90                      | 30 g de casca + 270 g de vidrado  | 3                                    | 1550                     |
| <b>13</b>     | 10 / 90                      | 30 g de casca + 270 g de vidrado  | 5                                    | 1550                     |
| <b>14</b>     | 25 / 75                      | 90 g de casca + 270 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1610                     |
| <b>15</b>     | 50 / 50                      | 270g de casca + 270 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1750                     |
| <b>16</b>     | 75 / 25                      | 810 g de casca + 225 g de vidrado | 3                                    | 1550                     |

|           |         |                                   |   |      |
|-----------|---------|-----------------------------------|---|------|
| <b>17</b> | 75 / 25 | 810 g de casca + 270 g de vidrado | 5 | 1550 |
| <b>18</b> | 75 / 25 | 810 g de casca + 270 g de vidrado | 5 | 1590 |
| <b>19</b> | 75 / 25 | 810 g de casca + 225 g de vidrado | 3 | 1790 |
| <b>20</b> | 75 / 25 | 810 g de casca + 225 g de vidrado | 5 | 1790 |

**Ensaio com vidrado e casca de ovo (4h moagem) - forno de vidrado  
(1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>%<br/>casca / vidrado</b> | <b>Materiais</b>                     | <b>tempo de<br/>mergulho<br/>(s)</b> | <b>Densidade<br/>g/L</b> |
|---------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>21</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                        | 1390                     |
| <b>22</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                        | 1430                     |
| <b>23</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado | 3                                    | 1480                     |
| <b>24</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado | 5                                    | 1480                     |

|           |         |                                       |               |      |
|-----------|---------|---------------------------------------|---------------|------|
| <b>25</b> | 25 / 75 | 82,8 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>26</b> | 25 / 75 | 82,8 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$ | 1430 |
| <b>27</b> | 50 / 50 | 248,4 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1390 |
| <b>28</b> | 50 / 50 | 248,4 g de casca + 248,4 de vidrado   | $\frac{3}{5}$ | 1400 |
| <b>29</b> | 50 / 50 | 248,4 g de casca + 248,4 de vidrado   | $\frac{3}{5}$ | 1450 |
| <b>30</b> | 50 / 50 | 248,4 g de casca + 248,4 de vidrado   | $\frac{3}{5}$ | 1500 |
| <b>31</b> | 75 / 25 | 745,2 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1360 |
| <b>32</b> | 75 / 25 | 745,2 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1400 |
| <b>33</b> | 75 / 25 | 745,2 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1490 |

**Ensaio com vidrado e casca de ovo (6h moagem) - forno de vidrado  
(1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>%<br/>casca / vidrado</b> | <b>Materiais</b>                      | <b>tempo de<br/>mergulho<br/>(s)</b> | <b>Densidade<br/>g/L</b> |
|---------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>34</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1390                     |
| <b>35</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1420                     |
| <b>36</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1500                     |
| <b>37</b>     | 10 / 90                      | 27,5 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1550                     |
| <b>38</b>     | 25 / 75                      | 82,8 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1380                     |
| <b>39</b>     | 25 / 75                      | 82,8 g de casca + 248,4 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1430                     |
| <b>40</b>     | 50 / 50                      | 284,4 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                        | 1400                     |
| <b>41</b>     | 50 / 50                      | 284,4 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                        | 1530                     |

|           |         |                                       |               |      |
|-----------|---------|---------------------------------------|---------------|------|
| <b>42</b> | 50 / 50 | 284,4 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1410 |
| <b>43</b> | 75 / 25 | 745,2 g de casca + 248,4 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1380 |

**Ensaio com vidrado e casca de ovo (8h moagem a húmido)  
forno de vidrado (1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>%<br/>casca / vidrado</b> | <b>Materiais</b>                         | <b>tempo de<br/>mergulho<br/>(s)</b> | <b>Densidade<br/>g/L</b> |
|---------------|------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>44</b>     | 25 / 75                      | 675,74 g de casca + 2027,22 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                        | 1380                     |
| <b>45</b>     | 50 / 50                      | 675,74 g de casca + 675,74 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1440                     |
| <b>46</b>     | 75 / 25                      | 675,74 g de casca + 225,25 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                        | 1450                     |

**Ensaio com vidrado, casca de ovo (4h de moagem) e beterraba - forno de vidrado (1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>Materiais</b>  | <b>tempo de mergulho (s)</b> | <b>Densidade g/L</b> |
|---------------|---|------------------------------|----------------------|
| <b>47</b>     | 2,07 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                | 1370                 |
| <b>48</b>     | 2,07 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                | 1410                 |
| <b>49</b>     | 2,07 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                | 1450                 |
| <b>50</b>     | 2,07 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado  | 3                            | 1500                 |
| <b>51</b>     | 2,07 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado  | 5                            | 1500                 |
| <b>52</b>     | 2,07 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                | 1520                 |
| <b>53</b>     | 4,14 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$                | 1370                 |
| <b>54</b>     | 10,35 g de beterraba <i>in natura</i> + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                | 1380                 |
| <b>55</b>     | 2,07 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidrado       | $\frac{3}{5}$                | 1400                 |

|           |   |               |      |
|-----------|---|---------------|------|
| <b>56</b> | 2,07 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                       | $\frac{3}{5}$ | 1440 |
| <b>57</b> | 2,07 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                       | $\frac{3}{5}$ | 1510 |
| <b>58</b> | 4,14 g de beterraba in natura + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                         | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>59</b> | 10,35 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                      | 3             | 1370 |
| <b>60</b> | 10,35 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                      | 5             | 1370 |
| <b>61</b> | 10,35 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                      | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>62</b> | 10,35 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                      | $\frac{3}{5}$ | 1590 |
| <b>63</b> | 10,35 g de beterraba desidratada + 39,33 g de casca + 234,6 g de vidro                      | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>64</b> | 78,2 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 234,6 g de vidro | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>65</b> | 78,2 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 234,6 g de vidro | $\frac{3}{5}$ | 1380 |

|           |  |               |      |
|-----------|--|---------------|------|
| <b>66</b> | 234,6 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 234,6 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>67</b> | 78,2 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 234,6 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$ | 1410 |
| <b>68</b> | 90 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado      | $\frac{3}{5}$ | 1380 |

**Ensaio com vidrado, casca de ovo (6h de moagem) e beterraba - forno de vidrado (1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>Materiais</b>  | <b>tempo de mergulho (s)</b> | <b>Densidade g/L</b> |
|---------------|---|------------------------------|----------------------|
| <b>69</b>     | 30 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                | 1390                 |
| <b>70</b>     | 30 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                | 1410                 |
| <b>71</b>     | 30 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                | 1490                 |
| <b>72</b>     | 30 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                | 1520                 |
| <b>73</b>     | 90 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$                | 1380                 |

|           |  |               |      |
|-----------|--|---------------|------|
| <b>74</b> | 90 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado  | $\frac{3}{5}$ | 1410 |
| <b>75</b> | 270 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>76</b> | 270 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1430 |
| <b>77</b> | 810 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1380 |
| <b>78</b> | 810 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1400 |
| <b>79</b> | 810 g de casca impregnada com beterraba em meio ácido extraída c/etanol + 270 g de vidrado | $\frac{3}{5}$ | 1460 |

**Ensaio com vidrado, casca de ovo (6h de moagem) e corante azul  
(1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>Materiais</b>  | <b>tempo de mergulho<br/>(s)</b> | <b>Densidade<br/>g/L</b> |
|---------------|---|----------------------------------|--------------------------|
| <b>80</b>     | 234,6 g de vidrado + 0,4 g de corante azul                    | $\frac{3}{5}$                    | 1440                     |
| <b>81</b>     | 234,6 g de vidrado + 39,33 g de casca + 0,4 g de corante azul | $\frac{3}{5}$                    | 1390                     |
| <b>82</b>     | 234,6 g de vidrado + 39,33 g de casca + 0,4 g de corante azul | $\frac{3}{5}$                    | 1410                     |
| <b>83</b>     | 234,6 g de vidrado + 39,33 g de casca + 0,4 g de corante azul | $\frac{3}{5}$                    | 1450                     |
| <b>84</b>     | 234,6 g de vidrado + 39,33 g de casca + 0,4 g de corante azul | $\frac{3}{5}$                    | 1490                     |
| <b>85</b>     | 234,6 g de vidrado + 78,2 g de casca + 0,4 g de corante azul  | $\frac{3}{5}$                    | 1390                     |
| <b>86</b>     | 234,6 g de vidrado + 78,2 g de casca + 0,4 g de corante azul  | $\frac{3}{5}$                    | 1420                     |

**Ensaio com vidro, casca de ovo (6h de moagem) e corante verde (1370 - 1380 °C)**

| <b>Ensaio</b> | <b>Materiais</b>  | <b>tempo de mergulho (s)</b> | <b>Densidade g/L</b> |
|---------------|---|------------------------------|----------------------|
| <b>87</b>     | 248,4 g de vidro + 0,4 g de corante verde                   | $\frac{3}{5}$                | 1380                 |
| <b>88</b>     | 248,4 g de vidro + 27,6 g de casca + 0,4 g de corante verde | $\frac{3}{5}$                | 1400                 |
| <b>89</b>     | 234,6 g de vidro + 82,8 g de casca + 0,4 g de corante verde | $\frac{3}{5}$                | 1390                 |
| <b>90</b>     | 234,6 g de vidro + 82,8 g de casca + 0,4 g de corante verde | $\frac{3}{5}$                | 1430                 |

## Anexo F

Os testes referentes à estrutura da casca de ovo, a sua morfologia, composição química elementar e organização atómica, foram realizados nos laboratórios de investigação da Universidade de Aveiro. Os testes feitos foram: **MEV** (Microscopia Eletrónica de Varrimento); **EDX** (Eletroscopia de raio X por dispersão em energia), **DRX** (Difracção de raio-x) e análise granulométrica por peneiração.

### MEV ou Microscopia Eletrónica de Varrimento

O ensaio **MEV** foi realizado com recurso a uma pequena amostra do pó de casca moída, colocada na máquina Hitachi do modelo TM 4000 plus. **MEV** é capaz de produzir imagens de alta resolução da superfície de uma amostra e para além disso é útil para analisar a composição elementar constituinte do material estudado.

As imagens observadas são ampliações de uma amostra de casca de ovo com 8h de moagem. Constata-se que em todas as ampliações é visível o aglomerado de partículas da casca, não havendo a capacidade de desagregar alguma partícula dispersa. Compreende-se também que a granulometria da casca é heterogénea, não havendo um padrão uniforme e constante na sua morfologia (figura 206).

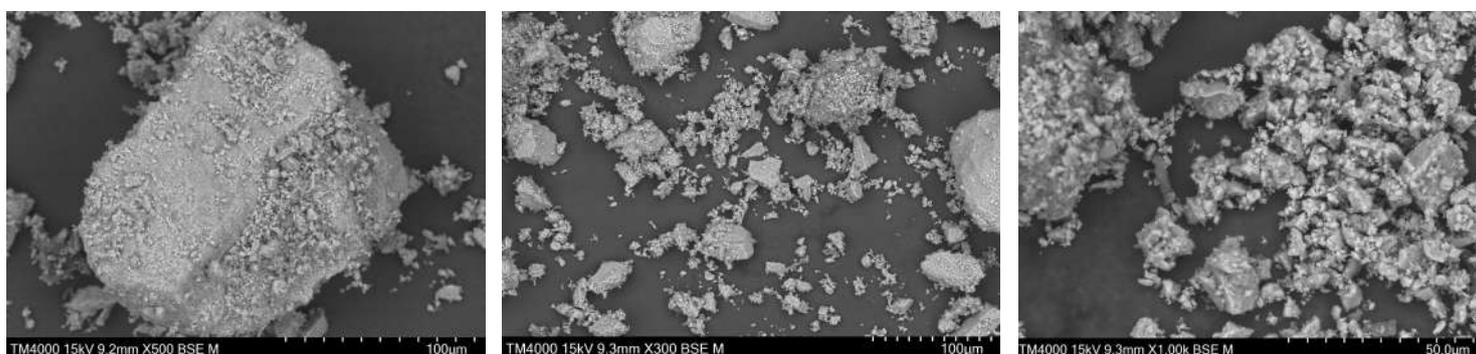
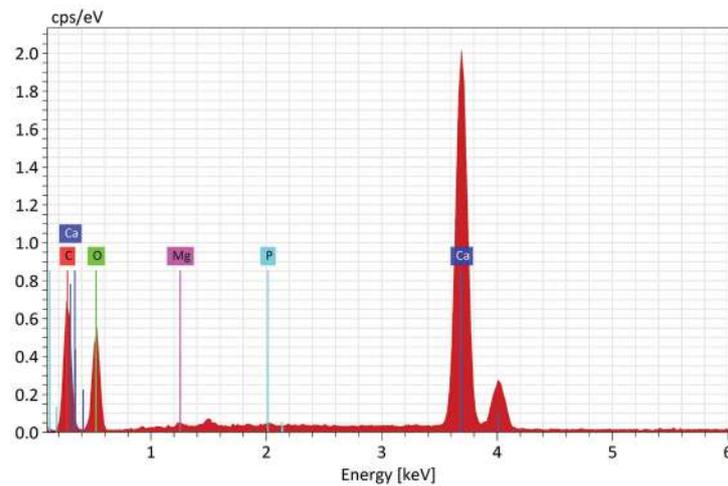


Figura 206 - Diferentes ampliações da casca de ovo.

### EDX ou Eletroscopia de raio X por dispersão de energia

O ensaio **EDX** foi utilizado para determinar a composição química elementar de uma amostra de casca. O teste serviu para determinar os elementos químicos constituintes da casca de ovo em termos percentuais (%). Com recurso ao programa *Esprit Compact*, destacou-se uma parte da amostra para análise.

As diferentes cores representam cada um dos elementos químicos presentes na amostra analisada. Os elementos identificados foram: C (carbono); O (Oxigénio); Ca (Cálcio), Mg (Magnésio) e P (fósforo) (Gráficos 23 e 24).



**Gráfico 23** - Constituintes da casca de ovo.

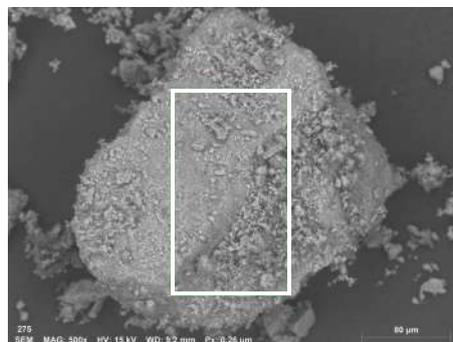
| elemento químico     | átomos (%) | Margem de erro (%) |
|----------------------|------------|--------------------|
| <b>carbono (C)</b>   | 42.73 %    | 5.12 %             |
| <b>oxigénio (O)</b>  | 41.23 %    | 5.53 %             |
| <b>Cálcio (Ca)</b>   | 15.76 %    | 5.17 %             |
| <b>Magnésio (Mg)</b> | 0.17 %     | 18.58 %            |
| <b>Fósforo (P)*</b>  | 0.07 %     | 22.56 %            |

\* Embora se tenha detetado a presença de Fósforo na análise química da casca, não se considera como elemento químico essencial na constituição da casca uma vez que apresenta uma margem de erro considerável de 22,56 %.

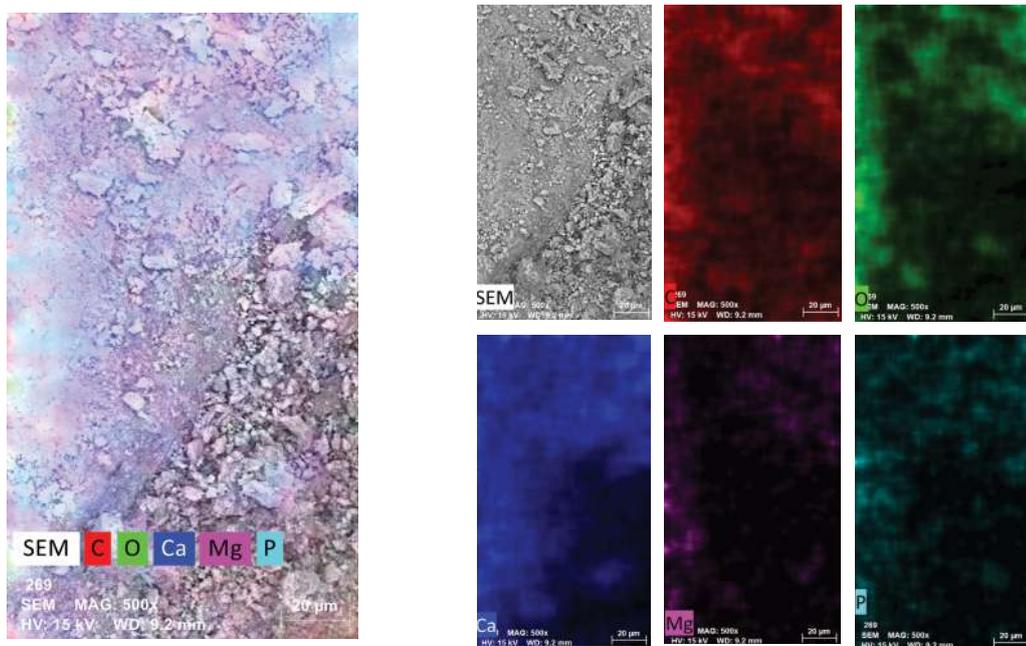
**Gráfico 24** - Percentagens de átomos de cada elemento químico constituinte da casca de ovo.

O gráfico (gráfico 23) e tabela (gráfico 24) apresentam os diferentes constituintes da casca. Constatou-se que o cálcio é o elemento químico com maior presença na constituição da casca ao contrário do magnésio e fósforo que são os elementos químicos de menor acentuação.

As figuras 207 e 208 demonstram os diferentes elementos químicos da casca de ovo, representados por cores.



**Figura 207** - Área de ampliação sublinhada a branco.



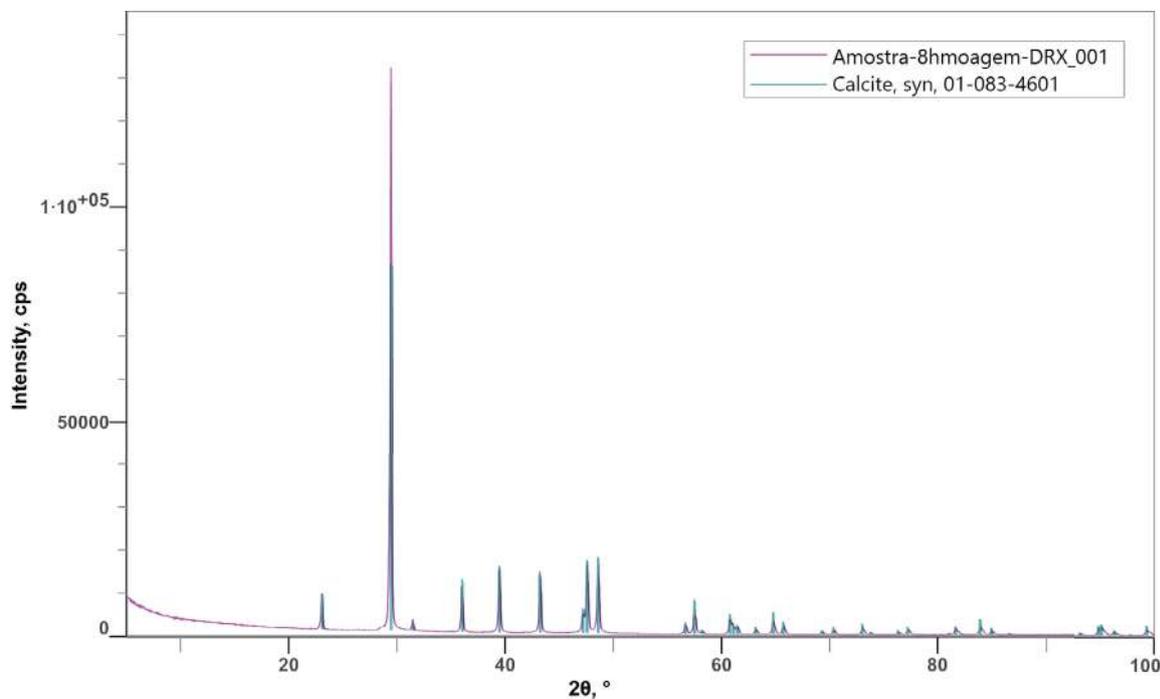
**Figura 208** - Diferentes elementos químicos constituintes da casca, representados por cores.

### DRX ou Difração de raio-x

O **DRX** é a técnica que determina a estrutura molecular e as fases cristalinas de um determinado material. Permite analisar a “impressão digital” de um material. Através deste ensaio adquiriu-se um padrão que indicou como é organizada a casca de ovo atómicamente.

Para a realização deste ensaio, recolheu-se uma amostra de pó de casca de ovo com 8h de moagem. Os padrões de **DRX** foram medidos no difratómetro de raios X (Rigaku SmarlabSe, 30 mA, 40 kV), tendo sido medidos de  $5^\circ < 2\theta < 100^\circ$ , com um passo de  $0.02^\circ$  e uma velocidade  $6.0^\circ/\text{min}$ .

O gráfico seguinte, que se designa de Difratograma, revela o padrão de **DRX** obtido. Todos os picos foram indexados à fase de  $\text{CaCO}_3$  (Carbonato de Cálcio), representado a cor azul, que confirmam que a casca de ovo é maioritariamente constituída por carbonato de cálcio. Estes resultados estão em concordância com os dados obtidos por **EDX** e **MEV**, onde se verifica, pela análise elementar, a presença de Carbono, Oxigénio e Cálcio na constituição da casca de ovo (Gráfico 25).

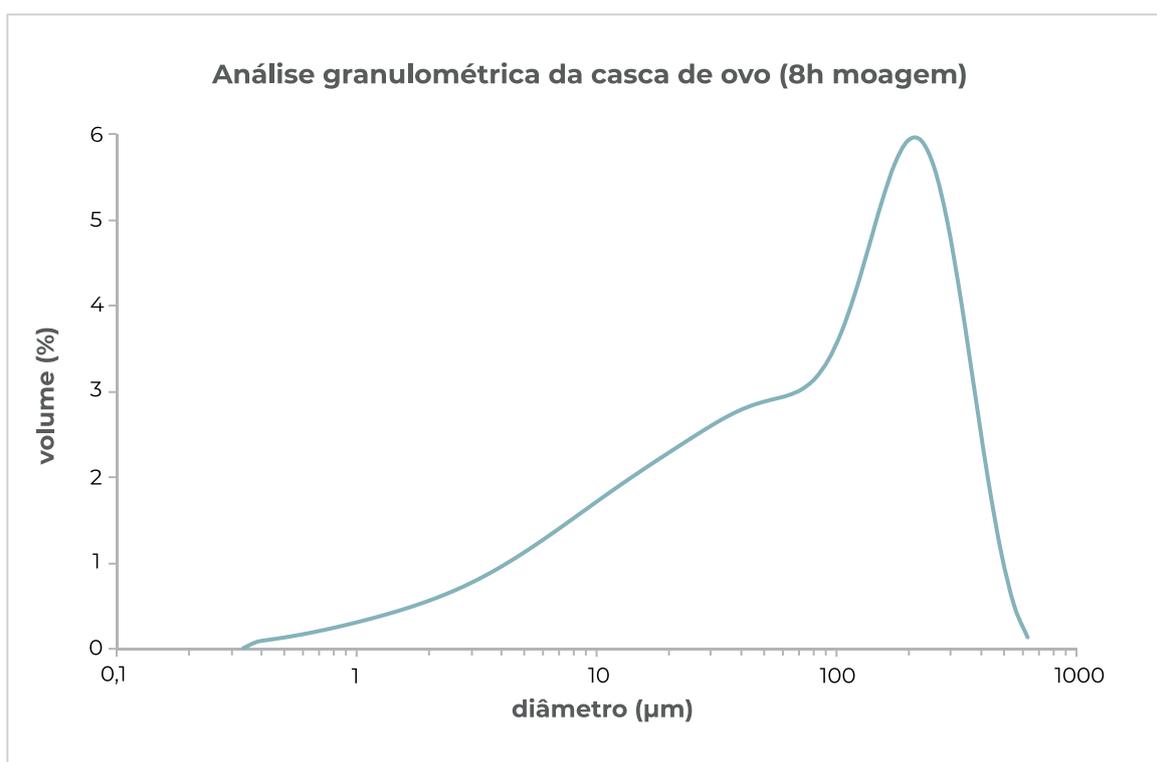


**Gráfico 25** - Padrão referente à organização da estrutura atômica da casca de ovo.

### Análise granulométrica por peneiração

Para analisar a granulometria da casca de ovo foram utilizados três peneiros com diferentes malhas (90  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$  e 300  $\mu\text{m}$ ) e uma base coletora. Para peneirar a granulometria da casca (a seco) foi necessário um agitador de peneiração automático e para calcular a granulometria das partículas usou-se uma máquina Partica modelo LA - 960 V2 pelo processo de *Laser scattering (particle size Distribution analyzer)* que mede as partículas por difrações de laser.

Uma vez que os dados obtidos das frações entre peneiros foram inconclusivos, realizou-se a análise granulométrica da suspensão total com o intuito de compreender a distribuição granulométrica global da casca com 8h de moagem.



**Gráfico 26** - Análise granulométrica de uma amostra de casca de ovo com 8h de moagem.

A análise ao gráfico 26 permitiu concluir que na amostra de casca de ovo com 8h de moagem, existem partículas de diferentes dimensões, tratando-se de uma suspensão heterogénea.

**Anexo G****Saladeiras Pegasus vidradas com casca de ovo (8h de moagem)  
(1370 - 1380 °C)**

| <b>Materiais</b>  | <b>tempo de mergulho</b><br>(s) | <b>Densidade</b><br>g/L |
|---|---------------------------------|-------------------------|
| 10% (5 kg de casca) + 90% (50 kg de vidro)  | 3                               | 1390                    |
| 25% (12,5 kg) + 75% (50 kg)   | 3                               | 1390                    |
| 50% (50 kg) + 50 (50 kg)  | 3                               | 1410                    |
| 50% (50 kg) + 50 (50 kg)  | 5                               | 1430                    |
| 50% (50 kg) + 50 (50 kg)<br>+ 2 kg de corante rosa + 2,5 kg de Zircónio (ajuda a estabilizar a cor) | 5                               | 1430                    |

