



Universidade de Aveiro
2019

Departamento de Comunicação e Arte
Departamento de Engenharia Mecânica

**Raquel Figueiredo
Gomes Agostinho**

**Design de produtos em porcelana: Reinterpretar
a Faiança de Coimbra através de Robocasting**



Universidade de Aveiro
2019

Departamento de Comunicação e Arte
Departamento de Engenharia Mecânica

**Raquel Figueiredo
Gomes Agostinho**

**Design de produtos em porcelana: Reinterpretar
a Faiança de Coimbra através de Robocasting**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizada 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.

o júri

presidente

Prof. Doutor Gonçalo João Ribeiro Gomes
professor auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

arguente

Prof. Doutor Afonso Nuno Ramalho de Pinho Borges
professor auxiliar da Faculdade de Artes e Letras da Universidade da Beira Interior

arguente

Prof. Doutora Paula Maria Lousada Silveirinha Vilarinho
professora associada do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica da Universidade de Aveiro

orientador

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 amarem incondicionalmente, pela confiança que sempre depositaram em mim, por nunca me terem negado o direito de sonhar, e por me permitirem estudar no curso e na cidade à minha escolha, apesar das dificuldades.

Ao Francisco, por me acompanhar nesta caminhada, nos dias bons e nos dias menos bons, por sempre acreditar em mim, por me incentivar, por não me deixar desanimar, e por se alegrar comigo nas conquistas.

Aos meus colegas de turma, pelas conversas, opiniões, e pelos diferentes pontos de vista que, sem dúvida enriqueceram esta dissertação; em especial à Catarina Marques por ter sido a minha companhia e ouvinte.

Aos meus orientadores, Teresa Franqueira e Victor Neto, por me guiarem, por me desafiarem, por toda a ajuda e oportunidades que me providenciaram.

À Costa Verde, por me ter acolhido tão bem, com um agradecimento especial a todos aqueles que disponibilizaram o seu tempo para me ensinar. À Catarina Sousa, ao Engenheiro Jorge Marinheiro, ao Pedro Lemos e ao Pedro Duarte, por terem acreditado no meu projeto, por todos os conselhos e partilha de saber. Em especial ao Pedro Lemos, por me ter acompanhado durante o estágio pois, sem a sua ajuda, dificilmente atingiria os resultados que aqui apresento. Aos estagiários de Verão por me terem ajudado na produção fotográfica: Sara Fragoso, Rui e Nair.

A todos aqueles que não foram mencionados, mas que de alguma forma contribuíram para esta dissertação, o meu muito obrigado.

palavras-chave

design de produto; cerâmica; produtos tradicionais portugueses; manufatura aditiva; impressão 3D

resumo

Esta dissertação pretende estudar o modo como a manufatura aditiva, mais conhecida por Impressão 3D, pode ser a ponte entre o artesanato e a produção em série, reconhecendo-a como um processo contemporâneo.

O mote partiu de uma reflexão pessoal sobre um possível desaparecimento de técnicas artesanais e de produtos tradicionais portugueses. Como consequência da produção em série assiste-se à extinção de práticas artesanais, conduzindo ao declínio da oferta de produtos de autor em cerâmica. Pretende-se promover a colaboração entre artesanato e tecnologia de modo a que, através da criação de produtos com maior valor acrescentado, seja restabelecida a ligação entre o consumidor e os produtos tradicionais.

O desafio está, numa primeira fase, dirigido aos designers, desafiando-os para o desenvolvimento de peças inspiradas num produto tradicional português – a Faiança de Coimbra – de formas complexas, aproveitando ao máximo as vantagens e liberdade geométrica permitida pela impressão 3D.

Numa segunda fase, o desafio é associado à tecnologia de manufatura aditiva – o *Robocasting*. A partir das peças desenhadas serão testados os limites da tecnologia, culminando com uma série de considerações sobre as vantagens e constrangimentos entre o design e a exequibilidade das peças.

Numa terceira fase, pretende-se compreender de que modo é que as peças produzidas por *Robocasting* podem extrapolar para a indústria criando produtos com maior valor acrescentado, apoiados por um forte sentido de experimentação.

Por fim, deseja-se que esta dissertação sirva de inspiração a atuais e futuros criadores na criação de pequenas séries de autor em cerâmica pelo desenvolvimento de peças complexas e únicas, incapazes de serem produzidas por métodos convencionais.

keywords

product design; ceramic; traditional Portuguese products; additive manufacturing; 3D printing

abstract

This thesis main goal is to understand the relationship between craftsmanship and additive manufacturing, most known by 3D printing, acknowledging it as a modern and contemporaneous process, as well as a bridge between crafts and industrial production.

The idea began with a personal reflection about an eventual disappearance of artisanal techniques as well as some traditional Portuguese products. Because of the mass production we are witnessing a decrease of some small-scale artisanal activities, leading to the decline of authored ceramic products supplies. With this project, the intention is to promote the collaborative work between craft and technology and to restore the connection between consumer and traditional products through the development of products with an added value.

First, the challenge is in the hands of designers, challenging them to the development of pieces inspired by a traditional Portuguese product – the stoneware of Coimbra – in a complex and new way, seizing the maximum opportunities offered by 3D printing, as well as its geometric freedom. Secondly, the challenge is associated with the additive manufacturing technologies, in this case, Robocasting. Using the pieces drawn, the goal is to test the limits of the technology and to understand the advantages and constrains between the design and the viability of the pieces. Thirdly, we intend to comprehend how a piece can be transported from Robocasting to the industrial production, therefore creating new and valuable products, supported by a strong sense of experimental work.

At last, we wish that this thesis may inspire all creators in the building of small authored ceramic collections through the development of unique and complex pieces that no longer would be possible to make.

ÍNDICE

1. Introdução

1. 1. Problemática	2
1. 2. Cooperação com o sector empresarial	2
1. 3. Objetivos	3
1. 4. Pertinência para a área do design e da engenharia	3
1. 5. Metodologia e organização do documento	4

2. Cerâmica

2. 1. Caracterização do material cerâmico	8
2. 2. A Costa Verde	10
2. 2. 1. O Processo Produtivo	11

3. Cerâmica e Tradição

3.1. A relação entre o Design e o Artesanato	22
3.2. Produtos Tradicionais Portugueses	23
3. 2. 1. Artesanato dos Açores	26
3. 2. 2. Azulejos da fábrica Viúva Lamego	26
3. 2. 3. Cerâmica das Caldas da Rainha – o caso de Bordallo Pinheiro	26
3. 2. 4. Faiança de Coimbra	27
3. 2. 5. Figurado e Olaria de Barcelos	27
3. 2. 6. Olaria Negra de Bisalhães	28
3.3. Produtos Tradicionais Portugueses em extinção	28

4. Faiança de Coimbra

4.1. A Faiança Portuguesa	31
4. 1. 1. Evolução crono-estilística da Faiança Portuguesa	31
4. 1. 2. Terminologias decorativas da Faiança Portuguesa	33
4. 1. 3. Faiança de Lisboa	37
4. 1. 4. Faiança de Vila Nova	37
4. 1. 5. Faiança de Miragaia	37
4. 1. 6. Faiança de Alcobaça	38
4. 1. 7. Real Fábrica do Cavaquinho	38
4. 2. Faiança de Coimbra	39
4. 2. 1. Morfologia da faiança Coimbrã	39
4. 2. 2. Grupos decorativos	42
4. 2. 3. Crescimento e decadência	44
4. 2. 4. Projeto de Restauro do antigo edifício da Sociedade de Cerâmica Antiga de Coimbra	45

5. Manufatura Aditiva

5.1. Caracterização da manufatura aditiva	48
5.2. Tecnologias de manufatura aditiva de cerâmicos	48
5.3. Vantagens da manufatura aditiva	49
5.4. Conceito “Complexity is free” ou “Freedom of Design”	50
5.5. Customização em massa vs. personalização	51
5.6. Social manufacturing	52
5.7. Desafios da manufatura aditiva	53
5.8. Manufatura aditiva e o caminho para a sustentabilidade	54
5.9. Casos de estudo	55
5.9.1. Olivier van Herpt	55
5.9.2. mRna. by Aman Agrawal	55
5.9.3. Unfold	56
5.9.4. Emerging Objects	57
5.9.5. Printed Pots	58
5.10. Papel do designer na ligação da tradição com a engenharia e inovação	58

6. Projeto

6.1. Conceito	60
6.2. Desenho e forma.	61
6.3. Prototipagem e ensaios	68
6.3.1. Preparação da pasta de porcelana.	68
6.3.2. Ensaios	68
Peça 1	72
Peça 2	80
Peça 3	93
6.3.3. Considerações sobre o desenho e impressão das peças	98
6.4. Adaptação do conceito em serviço de mesa	103

7. Conclusão

7.1. Considerações finais	111
7.2. Trabalhos Futuros	113

Referências Bibliográficas

Anexos

Lista de Figuras

Figura 1 - Metodologia "Double Diamond".	4
Figura 2 - Vasos em terracota, projeto POTIT.	9
Figura 3 - Faiança dos Açores.	9
Figura 4 - Coleção Terrace da Grestel.	9
Figura 5 - Coleção Isola da Costa Verde, em Porcelana.	10
Figura 6 - Armazém de Matérias-Primas.	11
Figura 7 - Moinhos Rotativos.	11
Figura 8 - Filtro-prensa.	11
Figura 9 - Máquina extrusora e pasta plástica.	12
Figura 10 - Atomizador.	12
Figura 11 - Pó Atomizado.	12
Figura 12 - Moldes para a Olaria.	12
Figura 13 - Moldes em resina para o enchimento por alta pressão.	13
Figura 14 - Colocação dos malhetes (a branco).	13
Figura 15 - Enchimento da madre com gesso.	13
Figura 16 - Colocação do jito de enchimento.	13
Figura 17 - Colocação das guias de entrada de ar.	13
Figura 18 - Agitação, para prevenir a criação de bolhas de ar.	13
Figura 19 - Cortador: enchimento com araldite, num molde em gesso olafdur.	14
Figura 20 - Olaria tradicional.	14
Figura 21 - Enchimento semiautomático.	14
Figura 22 - Enchimento por alta pressão.	14
Figura 23 - Conformação de asas.	15
Figura 24 - Acabamento das asas.	15
Figura 25 - Acabamento das peças.	15
Figura 26 - Contramoldagem.	15
Figura 27 - Comparação de peça em verde (baixo) e peça após secagem (cima).	16
Figura 28 - Comparação de prato acabado (esquerda) e prato com rebarbas (direita).	16
Figura 29 - Colagem manual de asas.	16
Figura 30 - Produção automatizada de chávenas por prensagem isostática.	16
Figura 31 - Colocação de asas por vibração.	16
Figura 32 - Acabamento manual de asas.	17
Figura 33 - Vidragem manual por mergulho.	17
Figura 34 - Vidragem semiautomática.	17
Figura 35 - Decoração a pincel.	18

Figura 36 - Decoração por decalque.	18
Figura 37 - Colocação do carimbo por tampografia.	18
Figura 38 - Filetagem.	19
Figura 39 - Verniz isolante (a azul).	19
Figura 40 - Escolha e embalagem.	19
Figura 41 - “Mood board” sobre os produtos tradicionais portugueses.	25
Figura 42 - Jarra em Faiança, Açores.	26
Figura 43 - Casa da Música, Porto, Portugal, 2005.	26
Figura 44 - Figura Zé Povinho.	26
Figura 45 - Serviço inspirado em tomates e folhas de couve, Bordallo Pinheiro.	27
Figura 46 - Sifão, Faiança de Coimbra, 1675-1750, Museu Nacional Machado de Castro.	27
Figura 47 - <i>Diabo músico</i> , Galegos, S. Martinho, séc. XX, 2ª metade, alt. 28,4 cm, Rosa Ramalho.	27
Figura 48 - Alguidar L, Bisarro Ceramics.	28
Figura 49 - “Taça carenada, em biscoito, recuperada nos caqueiros da Mata da Machada.”	32
Figura 50 - “Prato recuperado (...) em contexto de finais do século XVI, inícios do século XVII.”	32
Figura 51 - “Taça datada de 1621 da colecção do Museu Nacional Soares dos Reis.”.	32
Figura 52 - “Garrafa exumada nas escavações de Naestved”.	32
Figura 53 - “Monte Sinai – Leiloeira São Domingos.”	33
Figura 54 - Pote, 1600-1625, Lisboa, coleção do Museu Nacional Machado de Castro.	37
Figura 55 - Terrina, 1800-1810, Miragaia, Museu Nacional Machado de Castro.	37
Figura 56 - Travessa, 1875-1897, Alcobaça. Fábrica de José dos Reis.	38
Figura 57 - Terrina, 1786-1800, Cavaquinho, Museu Nacional Machado de Castro.	38
Figura 58 - Reportório formal da Faiança de Coimbra, Séc. XVII.	40
Figura 59 - Reportório formal da Faiança de Coimbra, Séc. XVIII.	41
Figura 60 - Malga, decoração geométrica, Museu Nacional Machado de Castro.	42
Figura 61 - Prato decorado com rendas, Museu Nacional Machado de Castro.	42
Figura 62 - Galhetas, 1750-1775, Costa Brioso, Museu Nacional Machado de Castro.	43
Figura 63 - Travessa família Vandelli.	43
Figura 64 - Ilustração da tecnologia de extrusão de material.	48
Figura 65 - Ilustração da tecnologia de “ <i>binder jetting</i> ”.	49
Figura 66 - Ilustração da tecnologia de “ <i>powder bed fusion</i> ”.	49
Figura 67 - Ilustração da tecnologia de “ <i>Vat photopolymerization</i> ”.	49
Figura 68 - “Explorations in functional 3D Printing Ceramics”, 2012-2019.	55
Figura 69 - “Explorations in functional 3D Printing Ceramics”, 2012-2019. Detalhe.	55
Figura 70 - mRna. por Aman Agrawal.	55

Figura 71 - l'Artisan Électronique, Unfold e Tim Knapen.	56
Figura 72 - Virtual Pottery Wheel: interface.	56
Figura 73 - Virtual Pottery: Wheel Sequence.	56
Figura 74 - Vase.	56
Figura 75 - Cabin of 3D Printed Curiosities.	57
Figura 76 - 3D Printed ceramic Seed Stitch tiles.	57
Figura 77 - Bad Ombres v.2. Pormenor.	57
Figura 78 - Bad Ombres v.2. Conjunto.	57
Figura 79 - Harmony.Printed Pots.	58
Figura 80 - Ripple. Printed Pots.	58
Figura 81 - Primeiros esboços.	61
Figura 82 - Primeiros esboços para a peça 1.	62
Figura 83 - Primeiro modelo da peça 1.	63
Figura 84 - Primeiros esboços peça 2.	64
Figura 85 - Primeiro modelo da peça 2.	65
Figura 86 - Primeiros esboços peça 3.	66
Figura 87 - Primeiro modelo da peça 3.	67
Figura 88 - Evolução formal da peça 1: ensaio B e C.	72
Figura 89 - Evolução formal da peça 1: ensaio D e E.	73
Figura 90 - Evolução formal da peça 1: ensaio F e H.	74
Figura 91 - Evolução formal da peça 1: ensaio I e J.	75
Figura 92 - Sumatório dos ensaios da Peça 1.	76
Figura 93 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: vista frontal.	77
Figura 94 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: pormenor das peças encapsuladas.	78
Figura 95 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: vista de cima.	78
Figura 96 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: pormenor das pétalas inferiores.	79
Figura 97 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado.	79
Figura 98 - Evolução da impressão da peça 2: ensaio B a G.	80
Figura 99 - Alterações formais da peça 2 (1ª série de ensaios): modelo utilizado no ensaio B a G, à direita.	81
Figura 100 - Retração após a segunda cozedura.	82
Figura 101 - Compensações feitas ao desenho.	82
Figura 102 - Ensaio H, com as compensações feitas ao desenho.	83
Figura 103 - Esboços com possíveis soluções para o problema observado no ensaio H, na zona do gargalo.	83
Figura 104 - Reformulações feitas ao desenho.	84

Figura 105 - Ensaio H, com as reformulações feitas ao desenho.	85
Figura 106 - Ensaio I, após a segunda cozedura, em <i>biscuit</i> : vista frontal com medidas finais.	86
Figura 107 - Ensaio I (em baixo) e Ensaio G (em cima), em <i>biscuit</i>	87
Figura 108 - Ensaio I, em <i>biscuit</i>	87
Figura 109 - Ensaio I, em <i>biscuit</i> : pormenor rendas..	87
Figura 110 - Peça 2, com vidrado.	88
Figura 111 - Peça 2, com vidrado: vista frontal.	89
Figura 112 - Peça 2 com junção de pasta de porcelana branca e azul.	90
Figura 113 - Peça 2 com junção de pasta de porcelana branca e azul, após cozedura e vidrada.	91
Figura 114 - Pormenor da sobreposição de camadas.	91
Figura 115 - Pormenor das rendas.	91
Figura 116 - Sumário dos ensaios da peça 2.	92
Figura 117 - Desenho inicial da peça 3.	93
Figura 118 - Ensaio B da peça 3: comparação entre os resultados da impressão e da segunda cozedura.	93
Figura 119 - Peça 3: ensaio C em verde (à esquerda) e vidrado (à direita).	94
Figura 120 - Peça 3: ensaio D e E e desenhos correspondentes (em baixo).	95
Figura 121 - Ensaio D, após a cozedura, em <i>biscuit</i>	96
Figura 122 - Ensaio E, após a cozedura, com vidrado.	97
Figura 123 - Conceito para serviço de mesa. Fotorrealismo.	103
Figura 124 - Esboço da taça.	104
Figura 125 - Proposta de taça para integrar serviço de mesa: desenho.	104
Figura 126 - Resultado da pasta de porcelana branca (Ensaio A), e da mistura de pasta de porcelana branca com pasta com corante azul (Ensaio B).	105
Figura 127 - Taça, após segunda cozedura, com vidrado: ensaio A (à direita) e B (à esquerda).	106
Figura 128 - Taça, ensaio A.	107
Figura 129 - Taça, ensaio B: vista frontal.	108

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Evolução crono-estilística da Faiança Portuguesa.	32
Gráfico 2 - Grupos decorativos da Faiança de Coimbra, séc. XVII.	42
Gráfico 3 - Grupos decorativos da Faiança de Coimbra, séc. XVIII.	43
Gráfico 4 - Grupos decorativos da Faiança de Coimbra, séc. XIX.	44
Gráfico 5 - Ilustração do processo de criação de peças em <i>Robocasting</i>	69

Será difícil inventar novas coisas, visto que tudo já foi pensado e repensado. Mas podemos aprender com os nossos antepassados, ajudando a lembrar os seus feitos, descobertas e tradições, de modo a que estas não sejam esquecidas no futuro. O design, e todas as áreas, só poderão evoluir se estiverem firmados na certeza de que conhecem as suas origens, as suas histórias. Não pode haver evolução se se perder tudo o que nos precedeu e nos trouxe até o lugar onde estamos hoje.

~

Nota pessoal

1.
Introdução

■ 1. 1. Problemática

A problemática que esta dissertação se propõe estudar partiu de uma reflexão pessoal, pela constatação da realidade enfrentada por muitos artesãos. Atualmente as novas gerações da era digital parecem não valorizar as artes tradicionais, dando mais atenção às futuras invenções tecnológicas. O que pode ser considerado um avanço para alguns significa o retrocesso para outros, como é o caso de muitos artesãos que veem a sua arte e engenho cair no esquecimento por falta de mão de obra e de jovens criadores que ajudem na adaptação às novas realidades de mercado. Constata-se ainda o fator da produção em massa, estandardizada, que pretende abranger o maior número de pessoas possível, criando no consumidor um crescente nível de insatisfação e desejo por produtos únicos, que espelhem a sua personalidade e a sua identidade.

No entanto, se de um lado da balança se encontra a perda de técnicas ancestrais, do outro encontram-se as futuras tecnologias de manufatura, como é o caso da manufatura aditiva, mais conhecida como Impressão 3D. As vantagens oferecidas e a complexidade de formas tornam a manufatura aditiva um processo extremamente apelativo para criadores, desafiando-os a repensar o modo como desenham e concretizam os seus produtos.

A questão que se coloca será de que modo podem duas áreas tão distintas beneficiar dos conhecimentos e vantagens de cada uma, de modo a criar produtos com um maior valor acrescentado?

■ 1. 2. Cooperação com o sector empresarial

Aquando da definição do tema e do contacto com alguns investigadores da área, constatou-se que são ainda escassas as empresas do sector da cerâmica tradicional dispostas a apostar na investigação de novas tecnologias de manufatura aditiva. A empresa Costa Verde constitui uma exceção, com um vasto conhecimento e experiência na área, sendo considerada uma das mais modernas da Europa e pioneira em Portugal na investigação associada à impressão com

pasta cerâmica. Por este motivo, considerou-se relevante desde início uma possível parceria com a empresa, o que se veio a verificar na forma de estágio curricular durante a parte experimental e prática do presente trabalho.

■ 1. 3. Objetivos

Pretende-se restituir a curiosidade do utilizador relativamente ao objeto tradicional, vendo-o não apenas como um mero objeto de recordação turística ou peça de museu, mas sim como elemento de identidade portuguesa. Porém, não se pretende replicar exatamente o que foi, mas sim o que poderá ser, unindo passado e futuro, tradicional e contemporâneo. Como base desta aliança ter-se-á a Faiança de Coimbra como objeto tradicional português em extinção e a manufatura aditiva como ferramenta contemporânea que permitirá a reinterpretação e recriação desta arte perdida.

Uma das primeiras fases do estágio tem como objetivo a aquisição de conhecimentos sobre o processo produtivo cerâmico da empresa, desde a conceção até ao produto final. Seguidamente, e visto que o estágio foi composto maioritariamente pela parte prática, o trabalho realizado na empresa esteve diretamente relacionado com a experimentação das formas e objetos desenvolvidos através de testes de impressão, utilizando uma das tecnologias de manufatura aditiva presentes na empresa – o *Robocasting*.

■ 1. 4. Pertinência para a área do design e da engenharia

A pertinência deste trabalho tem um impacto quer na área do design quer na área da engenharia. Deseja-se que este projeto tenha a capacidade de inspirar criadores a extrapolar os limites da sua imaginação, desafiando a tecnologia e o material com geometrias outrora impossíveis ou dificilmente atingíveis. Por um lado, o design terá acesso a um conjunto de reflexões sobre formas geométricas complexas para a tecnologia, por outro a engenharia poderá testar os limites da tecnologia a partir dessas mesmas formas, reconhecendo os

fatores e parâmetros necessários a controlar para responder a tais desafios.

1. 5. Metodologia e organização do documento

Foi utilizada uma metodologia designada pelo Design Council como “*Double Diamond*”, inspirada no processo de design (Figura 1).

O nome e a forma em diamante são representativos dos dois estados de pensamento que compõem este modelo, divergente e convergente, sendo que estes acontecem duas vezes: num primeiro momento para confirmar e definir o problema, e no segundo para criar uma solução (Design Council, 2005). Esta metodologia encontra-se dividida por quatro quadrantes, sendo eles: descobrir, definir, desenvolver e entregar. Os dois primeiros quadrantes integram o caminho percorrido entre a constatação do problema e a definição do mesmo; os dois últimos demonstram o trabalho que foi desenvolvido entre a definição e a solução do problema.

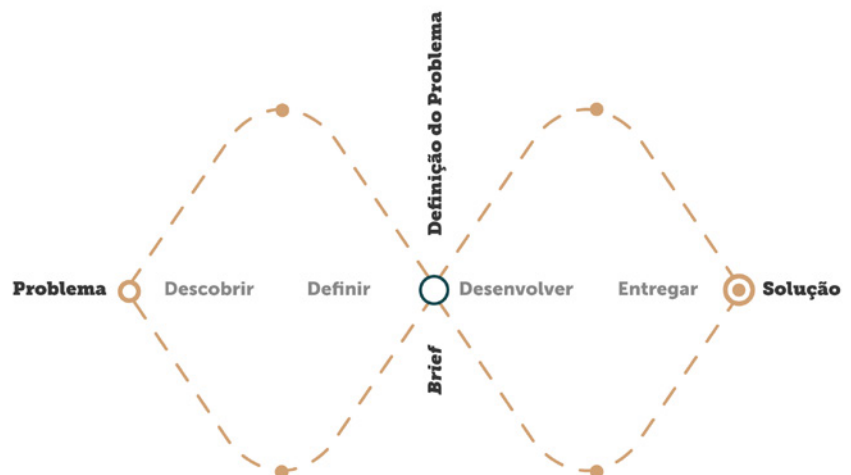


Figura 1 - Metodologia “*Double Diamond*”.

Adaptado de Design Council, 2005.

Partindo deste princípio, dividiu-se o documento em duas partes. A primeira parte, dedicada ao contexto teórico, é composta pela **descoberta** do problema e recolha da informação mais relevante. O processo de investigação é descrito nos capítulos 2 a 5 através da revisão da literatura, casos de estudo, e do conhecimento adquirido durante os meses de estágio. Nesta lógica de divergência é necessário recolher o máximo de informação possível antes de convergir na definição do projeto. Cada um destes capítulos focará os temas centrais da dissertação, sendo eles: Cerâmica (Capítulo 2) que servirá como base de conhecimento sobre a cerâmica tradicional, focando no processo produtivo da porcelana; Cerâmica e Tradição (Capítulo 3), abordando a questão dos produtos tradicionais portugueses; Faiança de Coimbra (Capítulo 4), onde será analisado em detalhe o produto tradicional português escolhido; e Manufatura Aditiva (Capítulo 5), recolhendo informação sobre os variados processos de manufatura aditiva de cerâmicos e dos demais conceitos associados. No fim do capítulo 5, é **definido** o mote sobre o qual se deverá focar o trabalho, na forma de uma breve reflexão sobre o papel do designer. No capítulo 6 é iniciada a segunda parte do documento, dedicado à componente prática e ao **desenvolvimento** de possíveis soluções, contando com uma parte de estudos e prototipagem. Esta será baseada num processo iterativo, que envolverá o teste das ideias propostas, numa base de tentativa-erro, até que se atinja a solução final. Por fim dá-se o período da concretização e conseqüente **entrega** do projeto, pela forma de uma pequena série de produtos, terminando com um capítulo dedicado às conclusões.

*"Pó que se torna pasta, pó que se torna viscoso líquido,
pó que se torna forma, objetos que no final da vida
retornam ao pó primordial, matéria-prima para novos
desafios. Podemos dizer que a fabricação de cada peça
cerâmica reitera o momento primordial da Criação."*

(Vale, Lacerda e Morais, 2016, p. 7)

2. Cerâmica

Poderá ser difícil encontrar alguém que não tenha tido qualquer contacto com a cerâmica, desde a peça de barro mais singela à peça de porcelana mais pura. A cerâmica tem a capacidade de se adaptar a realidades e culturas diferentes, bebendo da experiência de cada uma a fim de se tornar perfeita. Presente desde os primórdios da vida humana, a cerâmica tem sido a prova viva da presença e história do Homem, mostrando-se como a soma de todos os nossos antepassados. Desde a ânfora influenciada pelos romanos, aos árabes que, ao introduzirem a faiança na Península Ibérica com as suas peças translúcidas e coloridas, trazem também consigo inspirações bizantinas e persas na forma de cores e motivos decorativos. Mais tarde, os descobrimentos portugueses vêm introduzir na Europa a porcelana provinda do Oriente e tudo o que representa, desde a sua pureza, ao vidrado e até à pintura. Através dela é despoletado um movimento cerâmico espalhado por todas as nações europeias, que por meio de experiências e tentativas tentam reproduzir aquilo que de tão belo lhes chega da China (Queirós, Pinto e Garcia, 2002).

Nos dias de hoje a sua presença continua a fazer-se sentir, desde o prato mais antigo dos avós, à taça mais contemporânea presente numa feira de tendências.

Criada no princípio da vida humana, a cerâmica é um veículo portador da história da humanidade, evidenciando como somos o fruto da união e ligação entre todos os povos por meio do material e da arte.

■ 2. 1. Caracterização do material cerâmico

Os cerâmicos são considerados materiais duros, rígidos e quimicamente inertes. São também conhecidos pelo seu alto ponto de fusão, pela sua boa estabilidade térmica e resistência à oxidação, corrosão e abrasão (The Committee on Ceramic Processing, 1969).

A indústria cerâmica é composta por diferentes grupos sendo eles: cerâmicos tradicionais, cerâmicos avançados, cerâmica de construção, cerâmica refratária e cerâmica técnica. Certos autores subdividem-na pelos seguintes grupos: tijolos e azulejos, pavimentos e revestimentos, sanitários, olaria e *tableware*, refratários, abrasivos, argila em

bloco e expandida, esmalte e cerâmicos técnicos (Barata, Silva e Almeida, 2018).

Os cerâmicos tradicionais são considerados de maior pertinência para o presente projeto e dividem-se em: terracota, faiança, grés e porcelana.



Figura 2 - Vasos em terracota, projeto POTIT.

Fonte: <https://potit.com.ar/macetas/combo-bemba-singer-y-zen/>



Figura 3 - Faiança dos Açores.

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



Figura 4 - Coleção Terrace da Grestel.

Fonte: <http://www.grestel.pt/Hotelaria/Coleções/Terrace/tabid/1135/language/pt-PT/Default.aspx>

Terracota

A terracota é conhecida pela sua utilização na construção, em tijolos e em vasos para plantas (Figura 2). Caracteriza-se pela sua pasta corada vermelha; a sua temperatura de cozedura concentra-se entre os 900° e os 1000°C, não são vidrados e apresentam uma porosidade bastante elevada (Lefteri, 2003).

Faiança

Em comparação com a terracota, a faiança apresenta uma pasta corada mais pura e menos avermelhada. Devido ao seu nível de porosidade (entre 14 e 18%) necessita de ser vidrada de modo a adquirir uma superfície impermeável e servir de reservatório para elementos líquidos (Lefteri, 2003). A sua pasta é maioritariamente argilosa, na qual 60 a 90% da composição é ocupada por barros plásticos e caulinos, sendo o restante complementado por quartzo e feldspatos (Fagundes, 1997).

Grés

O grés (Figura 4) é conhecido pela sua impermeabilidade e opacidade, e pelas suas propriedades mecânicas como por exemplo a sua excelente dureza e resistência química. Como características menos positivas temos a baixa resistência ao choque térmico e à tração. É considerado um material poroso, cozido a 1200°C, que pode ser vidrado ou não (Lefteri, 2003).

A pasta para grés é composta maioritariamente por argilas no seu estado natural (barro), podendo ser aprimoradas com outras matérias-primas como a argila refratária, feldspato, sílex e vidro moído (Fagundes, 1997).



Figura 5 - Coleção Isola da Costa Verde, em Porcelana.

Fonte: <https://costa-verde.com/produtos/isola/>

Porcelana

A porcelana (Figura 5) é considerada a rainha dos cerâmicos tradicionais, pelas suas excelentes características como a sua densidade, cor branca, translucidez e porosidade aberta nula (Fonseca, 2000).

É composta por matérias-primas nobres como a areia de quartzo considerada o “esqueleto” da porcelana, o caulino que lhe confere plasticidade e brancura, e o feldspato utilizado para baixar a temperatura. Apresenta uma excelente dureza, resistência química e baixa resistência ao choque térmico. Cozidas entre 1350°C e 1380°C as peças podem ser vidradas ou não, tal como é o caso do *biscuit* (Lefteri, 2003).

2. 2. A Costa Verde

Situada no distrito de Aveiro, a Costa Verde iniciou a sua história no ano de 1992. A sua produção é composta pela criação de produtos em porcelana para o segmento da Hotelaria e Restauração, que respondam de forma única e inovadora às necessidades diárias dos clientes e investidores.

Os valores da empresa centram-se desde logo na sustentabilidade e qualidade dos seus produtos, desde a escolha rigorosa das matérias-primas até ao tratamento dos seus resíduos industriais, sendo certificada nas áreas da qualidade (ISO 9001), ambiente (NP EN ISO 14001), energia (ISO 50001) e design, investigação, desenvolvimento e inovação (NP 4457) (Costa Verde, 2019a). A constante aposta na formação, investigação e tecnologia avançada, a forte ligação com a Universidade de Aveiro, nomeadamente o Departamento de Cerâmica e Vidro, e com o Centro Tecnológico de Cerâmica e Vidro situado em Coimbra, aliados a uma consciência focada na redução do consumo de energia e conseqüente impacto ambiental, fazem com que a Costa Verde seja hoje considerada uma das empresas do sector mais modernas da União Europeia (Costa Verde, 2019b).

O desenvolvimento dos seus produtos é feito pelo departamento de design interno, no entanto, a Costa Verde

tem vindo a colaborar com o Studio Levien, atelier de design situado em Londres, líder no desenvolvimento de produtos utilitários dedicados à casa e hotelaria (Costa Verde, 2019c).

■ 2. 2. 1. O Processo Produtivo



Figura 6 - Armazém de Matérias-Primas.



Figura 7 - Moinhos Rotativos.



Figura 8 - Filtro-prensa.

A aprendizagem das diferentes fases do processo produtivo é considerada de extrema importância para uma correta compreensão e aplicação dos diferentes processos aquando do desenvolvimento de um produto cerâmico. Os procedimentos e o conhecimento aqui redigido foram adquiridos durante a realização do estágio curricular.

Preparação da Pasta

O segredo da qualidade da porcelana começa em primeiro lugar na escolha das matérias-primas (Figura 6) e na sua preparação para a criação de pasta, que irá ser utilizada no decorrer do processo produtivo.

Na composição da porcelana podem ser encontradas matérias-primas de natureza dura – como areias (quartzo) e feldspato - ou plástica, como é o caso do caulino. Os duros necessitam de ser moídos em moinhos rotativos (Figura 7) com a ajuda de esferas de alumina colocadas no seu interior de modo a que o seu tamanho granulométrico seja diminuído para facilitar não só a reatividade dos materiais mas também a formação da fase líquida durante a cozedura, influenciando o grau de porosidade e os níveis de retração (Fonseca, 2000); a matéria plástica é diluída através da adição da água; feito este processo os materiais duros e moles são misturados e depois peneirados. A partir deste processo obtém-se a pasta em estado líquido, que é depositada num dos nove tanques de armazenamento presentes na secção, que se encontram em permanente agitação lenta. Desta pasta líquida obtém-se mais dois tipos de pasta, necessárias aos diferentes processos de conformação, sendo estas - pasta plástica e pasta atomizada (pó).

A pasta plástica é obtida através da utilização de uma filtro-prensa (Figura 8) que retira o excesso de água, de modo a obter uma pasta com cerca de 22-23% de humidade.



Figura 9 - Máquina extrusora e pasta plástica.

Retirado o excesso de água, a pasta é conformada em formas cilíndricas através de uma máquina extrusora (Figura 9).

Para criação da pasta atomizada, utilizada principalmente para a prensagem isostática, é utilizado um atomizador (Figura 10) que transforma a pasta líquida em pó fino (Figura 11) através da extração da água (Evangelista, 1984) pela ação de ar quente. Apesar de ser introduzido ar quente para a secagem do pó é necessário manter o nível de humidade entre 2,5-3% aproximadamente.



Figura 10 - Atomizador.

Em cada um destes processos de preparação de pasta são reintroduzidas algumas aparas previamente diluídas, sendo que a adição das mesmas deve ser maior ou menor consoante o stock disponível. Nesta secção é feita ainda a preparação do vidrado através da mistura de água com vidro em pó.



Figura 11 - Pó Atomizado.

Modelação e moldes

Terminada a fase de criação e desenvolvimento de produto, o processo segue para a concretização de uma primeira forma que dará origem a uma madre e posteriormente ao molde. Para realizar a primeira forma é necessário um modelo, que pode ser feito manualmente em gesso, ou impresso através de impressoras 3D. O processo de impressão 3D é maioritariamente utilizado pois acelera o processo de criação da primeira forma, encurtando o tempo de espera. Através do modelo é feita a primeira forma (primeiro molde) que dará origem à primeira peça sendo, por fim, enviada para o cliente para validação. Este é um processo iterativo pois podem ser necessárias alterações ao desenho.



Figura 12 - Moldes para a Olaria.

As madres são, normalmente, em alumínio, poliuretano, araldite, gesso olafdur (mais duro e menos poroso), nylon ou silicone (utilizado apenas quando existem poucas saídas e pouco relevo). Os moldes existentes na fábrica podem ser em gesso para contramoldagem e olaria (Figura 12), e em resina para o enchimento por alta pressão (Figura 13). Apesar do custo mais elevado, os moldes em resina são aconselháveis em casos de produção elevada, visto que cada molde consegue produzir entre 10 e 15 mil exemplares, no mínimo.

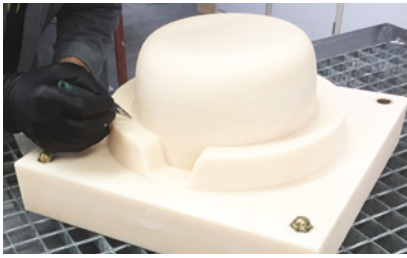


Figura 13 - Moldes em resina para o enchimento por alta pressão.

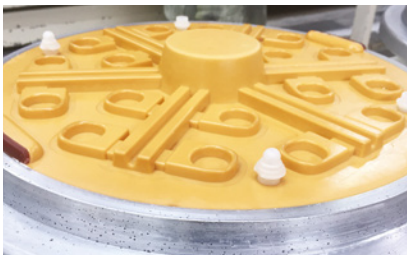


Figura 14 - Colocação dos malhetes (a branco).



Figura 15 - Enchimento da madre com gesso.



Figura 17 - Colocação das guias de entrada de ar.



Figura 16 - Colocação do jito de enchimento.



Figura 18 - Agitação, para prevenir a criação de bolhas de ar.

Para a criação dos moldes em gesso ou resina são vários os passos comuns aos dois processos, como por exemplo: aplicação de uma camada de desmoldante na madre; colocação dos malhetes (Figura 14) (não é elemento obrigatório mas facilita o encaixe em moldes com várias partes); preparação do material (gesso ou resina); enchimento da madre (Figura 15); repouso; retirar o molde e proceder aos acabamentos finais (nos moldes em resina, estes são feitos por uma empresa externa).

Estes processos apresentam ligeiras diferenças de acordo com o tipo de conformação a que estará sujeito o molde, por exemplo, no caso dos moldes em resina para alta-pressão é necessário a colocação do jito de enchimento (por onde será injetada a pasta) (Figura 16) e das guias de entrada de ar (para desenformar a peça) (Figura 17); para além disso é preciso controlar a temperatura no interior do molde para que este seja desenformado com a temperatura ideal (entre os 30-35°C). No caso dos moldes em gesso, a necessidade de agitar o molde (Figura 18) aquando da colocação do gesso é considerada uma das particularidades deste processo, servindo para prevenir a criação de bolhas de ar no interior do molde.



Figura 19 - Cortador: enchimento com araldite, num molde em gesso olafdur.

Nesta secção é ainda preparada uma ferramenta, intitulada de cortador, feita em araldite através de um molde em gesso olafdur. Após a conformação das asas em moldes de gesso esta ferramenta é necessária na secção da Olaria para conferir à asa uma forma semelhante ao lugar onde vai ser colocada.



Figura 20 - Olaria tradicional.

Olaria

A secção da olaria é composta por cinco subsecções, sendo estas: olaria tradicional (Figura 20), enchimento semiautomático (Figura 21), enchimento por alta pressão (Figura 22), asas e acabamento. Dentro da pasta líquida utilizada por cada uma das subsecções de conformação existem três diferentes composições de pasta, sendo que cada uma delas é ajustada consoante a viscosidade e densidade exigida por cada tipo de processo.



Figura 21 - Enchimento semiautomático.

Na olaria tradicional todo o processo de enchimento dos moldes é feito de forma manual pelo operador. No caso do enchimento semiautomático, como o nome indica, grande parte do trabalho é automatizado, exceto a abertura do molde e desmoldagem da peça, que é feita pelo operador. No caso de peças pequenas é possível retirar uma peça do molde a cada 48 segundos, já para as peças maiores e terrinas o tempo aumenta para 60 segundos.



Figura 22 - Enchimento por alta pressão.

O enchimento por alta pressão é um processo de conformação rápido destinado a formas geométricas mais planas como o caso de travessas, pratos e saladeiras. Utiliza moldes em resina que absorvem e expõem a água presente na pasta líquida. Após a conformação das peças, estas são retiradas do molde por ação de ventosas e da força exercida pela água expelida dos moldes.



Figura 23 - Conformação de asas.



Figura 24 - Acabamento das asas.

Para a conformação das asas, são empilhados verticalmente grupos de 14 moldes de gesso, aproximadamente (Figura 23). Na base é colocado um plástico que permite que a pasta líquida se mantenha nos moldes durante o tempo de formação da parede; ultrapassado o tempo de conformação, o plástico é rasgado de modo a que seja extraída o excesso de pasta líquida.

As zonas de acabamentos (Figura 24 e 25) são necessárias para retirar as rebarbas presentes nas peças, para limpar e alisar a superfície externa e interna consoante o desenho da peça, de modo a que estas adquiram as condições necessárias para seguirem para a secagem e cozedura.



Figura 25 - Acabamento das peças.



Figura 26 - Contramoldagem.

Contramoldagem

A contramoldagem (Figura 26), conhecida também por conformação plástica por *Roller*, permite apenas a fabricação de peças simétricas devido ao facto de que o eixo de simetria deve ser coincidente com o eixo de rotação da forma. A rotação pode estar situada no molde ou no calibrador/cabeça, sendo que essas mesmas rotações devem encontrar-se desfasadas; é necessário ainda que o calibrador esteja aquecido para prevenir que a pasta plástica adira a este (Fonseca, 2000), com uma temperatura situada entre os 60-100°C.



Figura 27 - Comparação de peça em verde (baixo) e peça após secagem (cima).



Figura 28 - Comparação de prato acabado (esquerda) e prato com rebarbas (direita).



Figura 29 - Colagem manual de asas.

Prensas

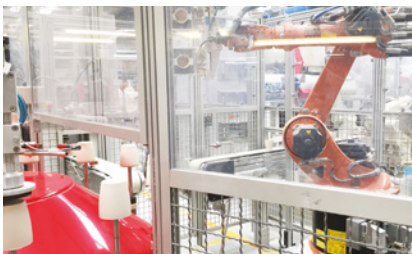


Figura 30 - Produção automatizada de chávenas por prensagem isostática.

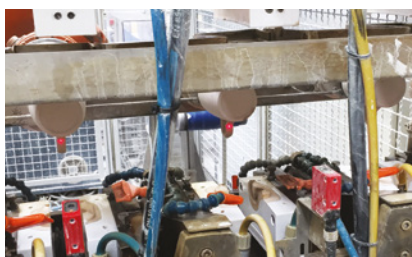


Figura 31 - Colocação de asas por vibração.

Conformadas as peças, estas são retiradas dos moldes e levadas para uma primeira e segunda secagem: secador de couro e posteriormente secador de branco (Figura 27). A maioria das peças necessita das duas secagens, no entanto, as chávenas passam apenas pelo secador de couro. Por fim as peças são direcionadas para a zona de acabamento onde são rebarbados os excessos de pasta e alisadas as arestas (Figura 28); no caso das chávenas estas são ainda redirecionadas para a secção de colagem manual de asas (Figura 29) antes de seguirem para o forno.

A prensagem isostática é considerada uma tecnologia de baixo custo a médio-longo prazo, com baixa mão-de-obra, sendo direcionada maioritariamente para a produção de pratos e formas planas. No entanto a Costa Verde tem vindo a apostar na inovação e também na produção automatizada de chávenas por prensagem isostática (Figura 30), com colocação de asas por vibração (Figura 31). Comparativamente a outros processos de conformação como por exemplo a contramoldagem, a prensagem isostática tem como uma das suas vantagens a possibilidade de produzir peças assimétricas.

A cadência de prensagens é relativa consoante a morfologia das peças, podendo variar entre as 150-250 prensagens/hora no caso de pratos grandes ou 400-450 prensagens/hora para os pratos pequenos.

Depois de conformadas, as peças seguem para a zona de acabamento, onde são rebarbadas; este procedimento pode ser feito de forma manual (Figura 32) como se pode verificar no caso das asas, ou de forma automatizada como



Figura 32 - Acabamento manual de asas.

por exemplo no corpo das chávenas e pratos. Se as peças apresentarem uma forma assimétrica, estas poderão ser rebarbadas de forma automatizada, porém têm de passar por uma leitura digital através de scan 3D, que identifica as zonas a rebarbar.

Chacotagem

Ultrapassado o tempo de secagem indicado para cada tipo de conformação as peças seguem para a primeira cozedura a uma temperatura de cerca de 1000°C, conhecida também como chacotagem. Ao saírem do forno, as peças apresentam um tom rosado e o seu manuseamento deve ser cuidado de forma a prevenir quebras.



Figura 33 - Vidragem manual por mergulho.

Vidragem

A vidragem é o passo que se segue após a primeira cozedura das peças. Para além das características relacionadas com a impermeabilidade, brilho e facilidade de limpeza, o vidrado aumenta a resistência química e mecânica da porcelana (Fonseca, 2000).

A aplicação do vidrado requer um grande cuidado e perícia, de modo a prevenir-se futuras imperfeições causadas pela retenção de ar no interior do vidrado ou pela acumulação de vidrado. A vidragem pode ser feita de forma manual, por mergulho (Figura 33), ou então de forma semiautomática (Figura 34). Por fim, as áreas onde a peça irá assentar nas placas do forno devem ser limpas com uma esponja húmida.



Figura 34 - Vidragem semiautomática.

Cozedura de Vidrado ou Cozedura de Alta Temperatura

As peças vidradas são sujeitas a uma nova cozedura, desta vez a uma temperatura entre os 1370°C e os 1380°C, em atmosfera redutora; a necessidade desta atmosfera prende-se com a necessidade de obter um produto branco. É importante que esta segunda cozedura atinja estas temperaturas elevadas de modo a que a porcelana adquira as propriedades físicas, químicas e mecânicas finais. Por último,

até à saída do forno, as peças devem passar por uma zona de arrefecimento gradual para prevenir a criação de fissuras causadas por uma mudança repentina de temperaturas.

Escolha de branco

Ao saírem do forno, as peças são direcionadas para uma zona de escolha que, a partir de um conjunto de parâmetros, atribui um nível de qualidade a cada peça. Estas podem ser separadas em quatro níveis: louça de primeira, refugo, retoque, partidos. A louça de primeira está apta para seguir para o armazém de branco; o refugo caracteriza a louça com pequenas imperfeições que não justificam o retoque, sendo vendida a um preço mais baixo; no retoque, os defeitos e imperfeições na louça são retocados e/ou eliminados, sendo novamente cozidos a alta temperatura; os partidos, como o nome indica, englobam a louça que não pode ser recuperada e que é partida.



Figura 35 - Decoração a pincel.



Figura 36 - Decoração por decalque.



Figura 37 - Colocação do carimbo por tampografia.

Decoração

De acordo com os pedidos pendentes no sistema interno da empresa, o trabalho segue para a decoração com a devida ficha de produto e de matérias-primas acompanhadas pela louça retirada do armazém de branco.

Na decoração são vários os modos de aplicação possível, desde a decoração: a pincel (Figura 35), por pistolagem, por decalque (Figura 36), tampografia (Figura 37) e ainda filetagem (Figura 38). No caso da pistolagem é necessário cobrir as faces que não se pretendem decorar com uma máscara/verniz isolante (Figura 39).

Para além disso existem ainda três diferentes tipos de decoração designadas por: decoração *under glaze* quando esta é aplicada diretamente sobre a peça chacoçada antes de ser vidrada; *in glaze* e *on glaze* quando são aplicadas por cima do vidrado cozido. A diferença entre os dois últimos tipos encontra-se na temperatura de cozedura: a decoração *in glaze* como é cozida a uma temperatura mais elevada, por volta dos 1210°C, permite que a decoração penetre na camada de vidrado, fazendo com que esta se torne mais estável quimicamente quando em contacto com detergentes; por outro lado, na decoração *on glaze* a temperatura de



Figura 38 - Filetagem.



Figura 39 - Verniz isolante (a azul).



Figura 40 - Escolha e embalagem.

cozedura é mais baixa, por volta dos 900°C o que faz com que a decoração não chegue a penetrar na espessura do vidro.

Embalagem

Terminado o ciclo de cozedura e retiradas as peças do forno, estas seguem para a zona da embalagem onde é feita uma nova escolha e avaliação da qualidade durante o embalamento das peças (Figura 40). É importante ter em consideração as especificações da embalagem, nomeadamente as etiquetas a colocar.

Expedição

É para a zona de expedição que seguem todas as caixas provenientes da secção da embalagem. Ao chegarem são divididas e direcionadas para a zona dos respetivos clientes, enquanto são registadas através da leitura de um código de barras, ficando a aguardar o dia do levantamento da encomenda.

3. Cerâmica e Tradição

Como país rico em matéria-prima argilosa e rodeado por água, Portugal facilitou a muitos artistas e artesãos a tarefa de fazer da olaria e da cerâmica o seu ganha-pão (Queirós, Pinto e Garcia, 2002).

No entanto, com o crescimento da produção industrial e consequente venda e compra de produtos em massa, o utilizador deixou de sentir necessidade de desenvolver produtos pelas suas próprias mãos (Alexandre *et al.*, 2017), o que levou à diminuição de práticas artesanais históricas e tradicionais portuguesas. Consequentemente, a relação entre utilizador e objeto é praticamente inexistente no que diz respeito à emoção afetiva, tornando-se uma relação muito mais rápida e consumista. Ora, se “*é a tradição que faz de nós aquilo que somos*” (cit. por Vale, Lacerda e Morais, 2016, p. 34), ao perdemos a tradição que nos liga às origens, não estaremos então perante uma perda de identidade?

■ 3.1. A relação entre o Design e o Artesanato

Em primeiro lugar, designer e artesão têm em comum o mesmo público-alvo, ou seja, o consumidor como utilizador do seu produto. Produto esse que não é apenas um objeto portador de funcionalidade mas também de memória afetiva; memória essa, resultado de uma vivência singular ou coletiva com esse mesmo objeto, que carrega consigo recordações e emoções de momentos outrora sentidos (Ruivo, 2011).

Apesar de designer e artesão partilharem o mesmo propósito, há certas características que os distinguem: o designer nasce com o início da revolução industrial, enquanto que o artesão vê a sua atividade como ancestral; o designer idealiza e concebe o produto mas necessita de alguém que o execute, por outro lado, o artesão enquanto detentor da técnica é também o inteiro dono do seu objeto, pelo simples facto de das suas mãos resultar todo o processo, desde a idealização à produção (Ferreira, Neves e Rodrigues, 2012). Apesar das divergências surge uma possível complementaridade entre as duas áreas pois, se por um lado o artesão é o detentor do conhecimento de práticas artesanais em vias de extinção, por outro a indústria e os seus avanços tecnológicos podem ser a resposta às exigências de consumo da sociedade (Alexandre *et al.*, 2017).

Enquanto agente da mudança, o designer tem o dever de observar o que o rodeia de modo a compreender onde

é que o exercício da sua função trará mais impacto e consequentemente, mais valor acrescentado. **Assim sendo, não caberá agora ao designer que identificou esta problemática, o dever de agir contra o esquecimento destas práticas e criar assim métodos de intervenção nas áreas identificadas?**

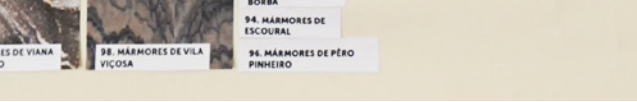
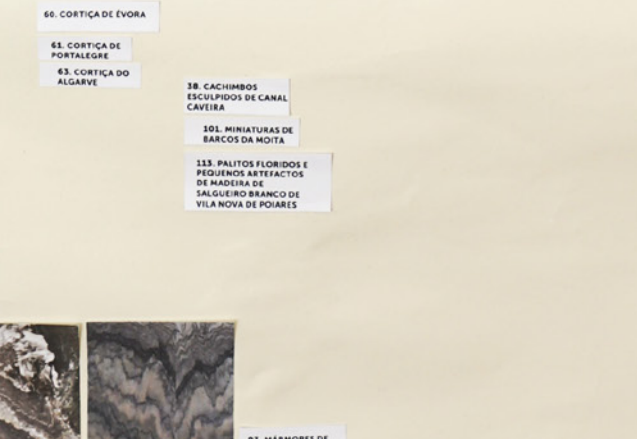
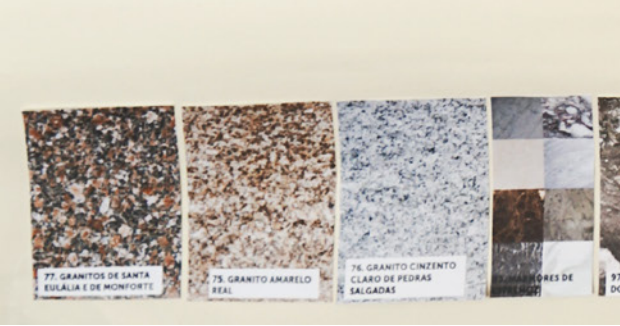
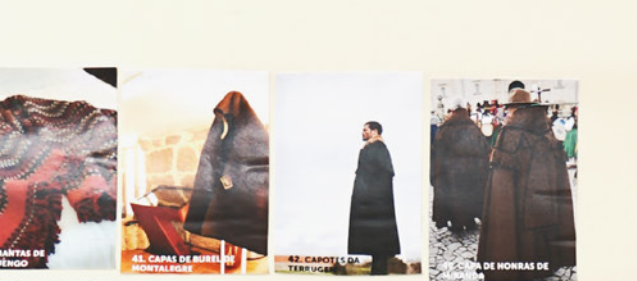
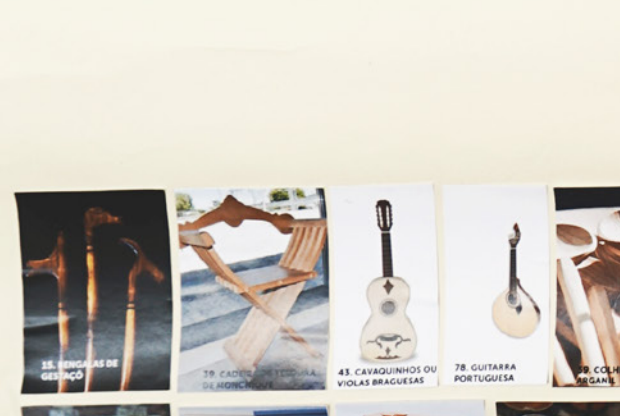
■ 3.2. Produtos Tradicionais Portugueses

Com o objetivo de responder a esta problemática, considerou-se então pertinente que fosse efetuado um estudo sobre os produtos considerados tradicionais portugueses, no qual se enquadra muito do trabalho feito por artesãos de norte a sul do país, incluindo as ilhas dos Açores e da Madeira.

A lista de Produtos Tradicionais Portugueses publicada pela QUALIFICA/oriGIn Portugal (Calado e Soeiro, 2018) engloba desde produtos agrícolas, gastronómicos, bebidas e produtos não-alimentares. Para efeitos desta dissertação, foram considerados os produtos não-alimentares constituintes da secção E do documento, que conta com mais de 130 produtos. De modo a compreender melhor os objetos que constituem esta lista, foi feita uma pesquisa rápida de cada um destes produtos, tentando perceber o que significavam e como se representavam. Foi escolhida (sempre que possível) uma imagem ilustrativa para cada item e no fim elaborou-se um “*mood board*”, tal como se pode ver na Figura 41. Para uma melhor visualização e compreensão dos grupos que o constituem, os produtos foram organizados por materiais ou tipologias.

Como o número de produtos era muito elevado, decidiu-se estudar mais aprofundadamente apenas os grupos que se identificavam diretamente com a cerâmica e a olaria.

produtos tradicionais portugueses
segundo a Associação GALATEIA - Centro Português
de Arte e Selo, 2019





CESTARIA
↓
EM RISCO DE EXTINÇÃO



"FABRICA, UMA MODA EM VIAS DE EXTINÇÃO"
- NOTÍCIA TSF, Agosto 2013

Figura 41 - "Mood board" sobre os produtos tradicionais portugueses.



Figura 42 - Jarra em Faiança, Açores.

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



Figura 43 - Casa da Música, Porto, Portugal, 2005.

Fonte: <https://www.viualamego.com/pt/handmade/historia/>



Figura 44 - Figura Zé Povinho.

Fonte: <https://pt.bordallopinheiro.com/ze-povinho-ze-povinho-prd-pt>

3. 2. 1. Artesanato dos Açores

Os Açores contam com artesanato certificado desde os bordados à cerâmica, das figuras em escamas de peixe à cestaria, sem esquecer a chapelaria e o trabalho de minúcia em miolo de figueira (Presidência do Governo dos Açores, 2019). No campo da cerâmica apresenta obras primas em azulejos, cerâmica figurativa, faiança e olaria, evidenciando as fortes influências da indústria cerâmica do continente, principalmente no que à faiança diz respeito, com as pinturas de motivos vegetalistas da Faiança Portuguesa, o esmalte puro e toda a morfologia associada desde conjuntos de chá e café, terrinas e pratos, entre outros (Centro Regional de Apoio ao Artesanato e Vice-Presidência do Governo dos Açores, 2016).

3. 2. 2. Azulejos da fábrica Viúva Lamego

Fundada em Lisboa no ano de 1849, esta fábrica começou por ser o atelier de um conhecido artesão lisboeta António Costa Lamego. A sua produção centrava-se em produzir produtos de cariz utilitário em barro vermelho, azulejos em barro branco e algumas peças em faiança. Na mudança para o século XX, passou a centrar a sua produção em azulejos, trabalho que executa até aos dias de hoje. Com uma forte ligação aos artesãos e artistas plásticos, colaborou com Siza Vieira, Maria Keil, Rem Koolhaas, Joana Vasconcelos, entre outros (Viúva Lamego, 2018).

3. 2. 3. Cerâmica das Caldas da Rainha – o caso de Bordallo Pinheiro

O texto em seguida utiliza maioritariamente como referência Bordallo Pinheiro (2019) e Vale, Lacerda e Morais (2016). Raphael Bordallo Pinheiro foi considerado por muitos como um homem tocado pela genialidade. Começou a produção de objetos utilitários em cerâmica, no entanto, a sua vertente humorística originou a criação de figuras inspiradas no quotidiano de um popular português (Figura 44). Para além das caricaturas, é conhecido pelos seus serviços em cerâmica de estilo naturalista inspirados na fauna e na flora. Exemplo disso é o serviço inspirado em folhas de couve (Figura 45), as taças a imitar melancias, entre outras. Em termos históricos, Bordallo Pinheiro fundou a primeira



Figura 45 - Serviço inspirado em tomates e folhas de couve, Bordallo Pinheiro.

Fonte: <https://pt.bordallopinheiro.com/>



Figura 46 - Sifão, Faiança de Coimbra, 1675-1750, Museu Nacional Machado de Castro.



Figura 47 - *Diabo músico*, Galegos, S. Martinho, séc. XX, 2ª metade, alt. 28,4 cm, Rosa Ramalho

Fonte: (Fernandes, 2005)

fábrica em junho de 1884. Durante o seu tempo de vida dedicou-se à criação de peças inspiradas nas tradições locais das Caldas da Rainha, e de estilo Naturalista. Após a sua morte, o negócio continuou graças ao seu filho Manuel Gustavo Bordallo Pinheiro. A partir de 1920 a empresa foi comprada por uma série de colaboradores que pretendiam dar continuidade ao trabalho icónico de Bordallo Pinheiro, e com a crise financeira em 2008 a empresa foi vendida ao Grupo Visabeira, o mesmo grupo ao qual pertence a Vista Alegre que integra também esta lista de produtos tradicionais portugueses.

3. 2. 4. Faiança de Coimbra

A Faiança de Coimbra é referida por muitos autores pela estética e características próprias que apresenta, em comparação à produção que se efetuava no norte do país e em outros centros produtores de faiança, nomeadamente Lisboa e Vila Nova (Formigo, 2015).

No entanto, no século XX a faiança de Coimbra viu a sua produção entrar em declínio, culminando com o encerramento da última olaria tradicional de faiança de Coimbra – a *Sociedade de Cerâmica Antiga de Coimbra* - em 2009 (Sebastian, 2010).

3. 2. 5. Figurado e Olaria de Barcelos

Barcelos, capital do artesanato, conta com o maior número de artesãos no norte de Portugal. Desde a cerâmica e louça tradicional, detém o figurado e a olaria como artesanato certificado (Barros, 2016). No figurado surgem duas artesãs de grande peso e de grande relevância para a história do artesanato de Barcelos: Rosa Ramalho e a sua neta Júlia Ramalho. As suas obras distinguem-se das demais, assumindo um cariz festivo ou religioso, com as típicas figuras como o guarda-fiscal, a rainha-santa, o Cristo, o Diabo (Figura 47) ou o cabeçudo (Elyseu e Simões, 1968).

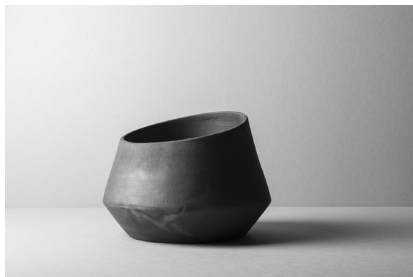


Figura 48 - Alguidar L, Bizarro Ceramics.

Fonte: <https://www.bizarro.pt/collection#/alguidar-l/>

3.2.6. Olaria Negra de Bisalhães

Declarada pela UNESCO como Património Imaterial em 2016, a olaria negra de Bisalhães é o ex-libris de Vila Real. As preservações do método de cozedura em forno aberto no chão, com ramagens de pinheiro verde, conferem às peças a cor negra que tanto a caracteriza (Barros, 2016). Apesar de serem poucos os artesãos que ainda dão continuidade a esta arte, são vários os projetos de designers que se têm erguido para combater esta extinção. Um desses exemplos é o projeto Bizarro, que pretende dar uma nova vida à olaria de Bisalhães ao apostar em peças com linhas modernas (Bizarro Ceramics, 2019; Borges, 2016).

3.3. Produtos Tradicionais Portugueses em extinção

A questão da redução do número de artesãos ativos, precursores da arte e engenho ancestral, tem vindo a ser abordada desde o início deste documento. Com a pesquisa e os casos recolhidos anteriormente (Figura 41) foi possível tomar conhecimento desta problemática, desde a arte da Filigrana no Norte até à cestaria que se espalha um pouco por todo país.

Dentro dos vários produtos estudados em pormenor, destacou-se a Faiança de Coimbra. As ligações à cidade de Coimbra por parte da autora desta dissertação, despoletaram o desejo de intervenção e ação ao refletir sobre o seu papel enquanto designer na preservação desta arte tradicional.

**4.
Faiança
de
Coimbra**

*"assumiu-se como Faiança Portuguesa todos os corpos cerâmicos, independentemente da forma, revestidos a esmalte estanífero, produzidos em Portugal desde a segunda metade do século XVI. O termo foi adoptado em Portugal, desde os finais do século XIX, descrevendo sobretudo **louça decorada**."*

(Casimiro, 2010, p. 2)

■ 4.1. A Faiança Portuguesa

Antes de estudar aprofundadamente a Faiança de Coimbra, e apesar de esta ser aquela que é considerada como produto tradicional português, é pertinente que se tome conhecimento daquela que a engloba, precede e que muito a influenciou - a Faiança Portuguesa – sendo utilizada como referência maioritária neste subcapítulo o trabalho de Casimiro (2010). Como característica principal e diferenciadora, apresenta-se **a sua decoração única**, sendo este o ponto de maior diversidade comparativamente à questão morfológica. Espalhada um pouco por todo o país e pelo mundo, teve como grandes centros produtores as localidades de Lisboa, Coimbra e Vila Nova. No entanto é possível considerar de alguma importância as produções de Miragaia, Alcobaça e do Cavaquinho.

No que à forma diz respeito, esta surge maioritariamente associada à função, com uma forte ligação à mesa, à questão da higiene e botica ou, por outro lado, meramente decorativa, como é caso de muitas das peças encontradas no estrangeiro, resultado das importações.

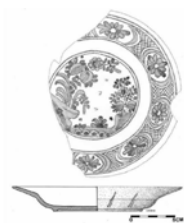
No campo da decoração, a sua categorização por grupos, estilos e influências, não só ajuda a determinar o seu sentido estético como permite a identificação cronológica das peças, facilitando a sua localização no espaço temporal e sequencial.

4. 1. 1. Evolução crono-estilística da Faiança Portuguesa

Para reconhecer cronologicamente a evolução da decoração da Faiança Portuguesa, Casimiro (2013) identifica seis períodos produtivos. Como se pode verificar no Gráfico 1, a Faiança Portuguesa apresenta objetos ricamente decorados durante o crescimento da sua produção, contrariamente ao que acontece aquando do seu declínio com a predominância do branco sobre a pintura.

Gráfico 1 - Evolução crono-estilística da Faiança Portuguesa.

Adaptado de Casimiro 2013.

**Figura 49** - "Taça carenada, em biscoito, recuperada nos caqueiros da Mata da Machada."
Fonte: Casimiro, 2013.**Figura 50** - "Prato recuperado (...) em contexto de finais do século XVI, inícios do século XVII."
Fonte: Casimiro, 2013.**Figura 51** - "Taça datada de 1621 da colecção do Museu Nacional Soares dos Reis."
Fonte: Casimiro, 2013.**Figura 52** - "Garrafa exumada nas escavações de Naestved".
Fonte: Casimiro, 2013.**Período I**
1520-1570

- . predomina a louça vermelha
- . coleções incluíam: pratos com fundo onfalo, taças carenadas, jarras e candelabros

Período II
1570-1610

- . produção de louça esmaltada e azul
- . inspirações espanholas, italianas e orientais
- . decorações com influências exógenas
- . abas divididas em cartelas e decoradas no interior (flores e frutos)
- . decorações com formas espirais

Período III
1610-1635

- . peças de qualidade e grande dimensão (elite e exportações)
- . predominam: pratos e taças
- . surgem garrafas e jarros de grandes proporções
- . flores, frutos e aves (decorações)
- . brasões
- . decorações geométricas (espirais) e vegetalistas

Período IV
1635-1660

- . explosão criativa e democratização do consumo
- . peças com riscas verticais e semi-círculos concêntricos
- . decorações vegetalistas, grandes pétalas e folhas
- . imitação de penas de pavão (ou "rendas")
- . nova cor - Violeta Manganês
- . decorações geométricas, vegetalistas



Figura 53 - "Monte Sinai – Leiloeira São Domingos."
Fonte: Casimiro, 2013.

Período V 1660-1700

- . simplificação das decorações
- . manganês predomina
- . surgem as "faixas barrocas")
- . decorações vegetalistas e zoomórficas

Período VI 1700-1766

- . fim das decorações (simplistas)
- . peças tornam-se maioritariamente brancas

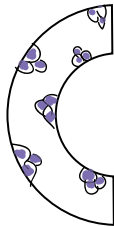
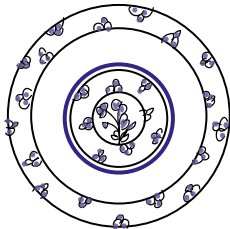
4. 1. 2. Terminologias decorativas da Faiança Portuguesa

Na sua investigação sobre a Faiança Portuguesa, Casimiro (2010) apresenta uma proposta de terminologia decorativa, com o objetivo de catalogar cada decoração de forma exhaustiva e completa, descrevendo não só a sua morfologia mas também o seu significado e inspirações. A descrição de cada motivo decorativo foi adaptada em seguida de forma resumida e ilustrativa.



Aranhões

- . importação oriental;
- . tentativa de representar diversos símbolos chineses
exemplos: rolos de papel pintado, livro, folha de artemísia, cabaça e o leque;
- . aparecem geralmente nas abas dos pratos ou nas paredes das taças;
- . representa uma das mais reconhecidas "famílias decorativas" da Faiança Portuguesa;



Contas

- . estilização da cabeça de *ruyi* (símbolo chinês);
- . surge nas abas dos pratos;
- . agrupados em conjuntos de três ou mais elementos;
- . delimitados a azul mais forte ou manganês preenchidos a azul;
- . é um dos elementos mais duradouros (desde séc. XVII até o final do séc. XVIII);

Rendas



- . surgem em meados do séc. XVII;
- . adquirem este nome por fazerem lembrar a renda de bilros, produzida desde o séc. XVI;
- . surge representada por motivos semicirculares compostos por duas a cinco linhas concêntricas, atravessadas por linhas radiais, rematadas por pontos ou elementos anelados;
- . inspiração italiana;
- . executado nos três centros produtores;
- . um dos motivos mais frequentes até final do século;

Espirais



- . primeiras decorações a surgir em 1580;
- . caracteriza-se por apresentar pequeníssimas espirais que se agrupam dentro de cartelas;
- . inspiração espanhola;

Escamas



- . é difícil definir a sua origem, no entanto era muito utilizada nas peças da oficina italiana de Deruta;

Desenho miúdo

- . pequenos motivos que representavam paisagens e personagens (encenavam histórias ou acontecimentos);



Folhas

Folha de Acanto:

- . surgem a partir de 1660 nas abas dos pratos;

Fetos:

- . tornou-se comum a partir de 1640;
- . presente nas abas dos pratos;



Flores

- . Pétalas - a partir do séc. XVII na aba do prato;
- . Camélia, Cravos, Crisântemo, Margarida, Peónia, Tulipa;

Frutos

- . Cabaça;
- . Pêssegos;

Zoomorfos

- . Aves, Mamíferos, Insetos e Peixes;

Animais Fantásticos

- . Dragão, Grifo e Centauro;

Representações Antropomórficas

- . representações de cenas de quotidiano;
- . ligadas a classes sociais mais abastadas;
- . exemplos: senhoras, cavaleiros, soldados, fidalgos, nobres, agricultores, deuses e figuras míticas, cenas bíblicas e do quotidiano;
- . cenas ocidentais ou orientais;

Elementos Paisagísticos e Arquitetónicos

- . edifícios ocidentais e orientais;
- . paisagens: ambientes com pessoas;
- . inspiração oriental: representação de rochas, símbolo de longevidade e perseverança;

Barcos

- . tema recorrente na faiança portuguesa;
- . ligação da população com o mar e com atividades profissionais marítimas;

Geométricos

- . representações geométricas são comuns em todas as civilizações e a faiança não foi exceção;



Semicírculos Concêntricos

- . decorações mais comuns na 2ª metade do séc. XVII (a partir de 1640);
- . 1ª representação surge em taças e de forma delicada;

Outros

- . corações,
- . legendas;
- . peças datadas;
- . brasões.



Figura 54 - Pote, 1600-1625, Lisboa, coleção do Museu Nacional Machado de Castro.

1. forma aberta que se traduz numa taça de pequenas dimensões cuja principal função seria a de serem utilizadas para servir doces de leite (Casimiro, 2010, p. 583).

2. Atualmente, Vila Nova de Gaia (Sebastian, 2010).

4. 1. 3. Faiança de Lisboa

Considerado o primeiro centro produtor da faiança portuguesa no século XVI, surge com fortes influências da louça Sevilhana. Em termos morfológicos são comuns as taças hemisféricas, os pratos com fundo onfalo e com bordo côncavo, introduzindo-se posteriormente covilhetes¹ e garrafas. No que à decoração diz respeito, esta começou por apresentar inicialmente paisagens e representações zoomórficas, decorações como espirais, e diferentes motivos de ordem vegetalista como fetos e folhas. Durante o século XVII surge a decoração das contas e as faixas barrocas rodeadas de decorações vegetalistas, novamente com fetos, mas também com pétalas de flores, e alguns apontamentos dos motivos das rendas (Casimiro, 2010).

4. 1. 4. Faiança de Vila Nova

A produção do centro de Vila Nova² surgiu com formas diversas desde pratos a tigelas de diferentes tamanhos, como por exemplo: pratos de forma troncocónica, tigelas de forma hemisférica, jarras, garrafas e figurado. A decoração tem especial foco no motivo das rendas, apresentado com grande qualidade estética e perícia; surgem também os aranhões, figuras zoomorfas, motivos vegetalistas, e alguns apontamentos do grupo decorativo geométrico (Casimiro, 2010).

4. 1. 5. Faiança de Miragaia

Em Miragaia, é fundada em 1775 a Fábrica de Louça de Miragaia. A sua produção característica é facilmente identificável dentro dos seus dois períodos: o primeiro tem lugar entre 1775 e 1822, sendo que as suas peças surgem associadas ao serviço de mesa, à higiene e à luminária, com decorações de influência francesa, como é o caso da “faixa de Rouen”, compostas por flores e enrolamentos vegetais situados nas bordas do prato; o segundo período situa-se entre 1822 e 1850 (ano de encerramento da fábrica) de influências inglesas com peças em pó-de-pedra e decorações estampadas (Leão e Sampaio, 2012).



Figura 55 - Terrina, 1800-1810, Miragaia, Museu Nacional Machado de Castro.



Figura 56 - Travessa, 1875-1897, Alcobaça. Fábrica de José dos Reis.

Fonte: Leão e Sampaio, 2012.

4. 1. 6. Faiança de Alcobaça

A primeira fábrica de louça de Alcobaça é datada em 1875, fortemente influenciada pela produção coimbrã durante a última metade de oitocentos. Na decoração é comum ver-se a parte central reservada para as paisagens com casario, flores e folhagem (Figura 56), numa pintura monocromática em tons de azul, vinoso escuro ou carmim e com utilização de técnicas como esponjado, assumindo um cariz maioritariamente decorativo (Leão e Sampaio, 2012).



Figura 57 - Terrina, 1786-1800, Cavaquinho, Museu Nacional Machado de Castro.

4. 1. 7. Real Fábrica do Cavaquinho

No texto seguinte foi utilizado como referência o livro de Leão e Sampaio (2012).

Situada em Vila Nova de Gaia, nasce em 1780 a Real Fábrica do Cavaquinho, resultado da sociedade entre Severino José da Silva e João Bernardo Guedes. Mais tarde, junta-se à sociedade Domingos Vandelli (grande influência na Faiança de Coimbra) e juntos fundam uma fábrica de louça em pó-de-pedra onde iriam surgir novas paletas cromáticas como os pretos, encarnados, carmesins, amarelos e as douradilhas. A par de Domingos Vandelli, vem também de Coimbra o mestre de fábrica Bento Fernando de S. Francisco, que mais tarde será contratado pela Vista Alegre para iniciar a produção de porcelana em Portugal. Em 1794 as duas empresas (faiança e louça de pó-de-pedra) unem-se numa só, e em 1814 esta é considerada a única fábrica que dedica operadores especializados para a conceção de moldes. A sua produção centra-se então na faiança e na louça de pó-de-pedra, e as suas peças são elaboradas, com fim de uso doméstico ou decorativo. A modernidade é característica forte nesta produção pela inovação na louça apresentada a preto com desenhos a dourado ("*douradilhas*") assim como as decorações em arraiado e esponjado que se podem encontrar em pratos, terrinas, travessas, garrafas e paliteiros.

I 4. 2. Faiança de Coimbra

O texto aqui redigido referencia a autora Casimiro (2010). Apesar de estar comprovada a sua existência desde 1203, a primeira referência relativa à faiança de Coimbra surge apenas nos séculos XVI e XVII, e diz-se ser claramente distinguível dos outros centros produtores tanto pelas suas características físicas como decorativas, sendo ainda classificada por alguns autores pela sua “robustez descuidada”. O baixo teor de estanho confere ao vidrado um menor brilho e espessura, tornando-o mais opaco e mais propício a adquirir o efeito de “descasque”. As suas formas variam desde pratos troncocónicos (de pé baixo ou anelar) pratos rasos e covos, taças hemisféricas, entre outros. Na decoração estão presentes motivos geométricos como os semicírculos concêntricos, e outros como o grupo das contas, rendas ou vegetalistas que embora sejam resultado de uma inspiração oriental, são indicados como uma das características próprias desta faiança.

4. 2. 1. Morfologia da faiança Coimbrã

O texto aqui redigido referencia a autora Formigo (2015) pelo seu estudo morfológico e decorativo da Faiança de Coimbra. Durante os séculos XVI a XVIII, a faiança de Coimbra apresenta um vasto conjunto de formas com forte carácter utilitário e associadas aos hábitos da então sociedade portuguesa. Para além do reportório formal destinado ao serviço de mesa, a faiança coimbrã apresenta formas que revelam ações relacionadas com a higiene corporal, botica, armazenamento, escrita e decoração.

Visto que o período relevante da faiança de Coimbra se situa entre os séculos XVII e XVIII (Sebastian e Formigo, 2016) considerou-se pertinente que apenas fossem analisadas em profundidade as formas representativas destes dois séculos. No reportório representante do século XVII (Figura 58) verifica-se uma maioria de categorias formais destinadas ao serviço de mesa, como as taças, escudelas³, pratos rasos e covos e ainda alguns exemplares de jarras, jarros, garrafa, pote, copo e floreira.

No século XVIII (Figura 59), para além dos tipos formais enumerados anteriormente, surgem os pratos covos canelados, travessas, cafeteira, terrina, bule, caneca, galheteiro, gomil, exemplares associados à higiene como é o caso das bacias e bacia da barba, e ainda tinteiros e o típico pote de farmácia.

3. forma aberta, de pequenas dimensões, cuja função era a de levar especiarias à mesa (Casimiro, 2010).

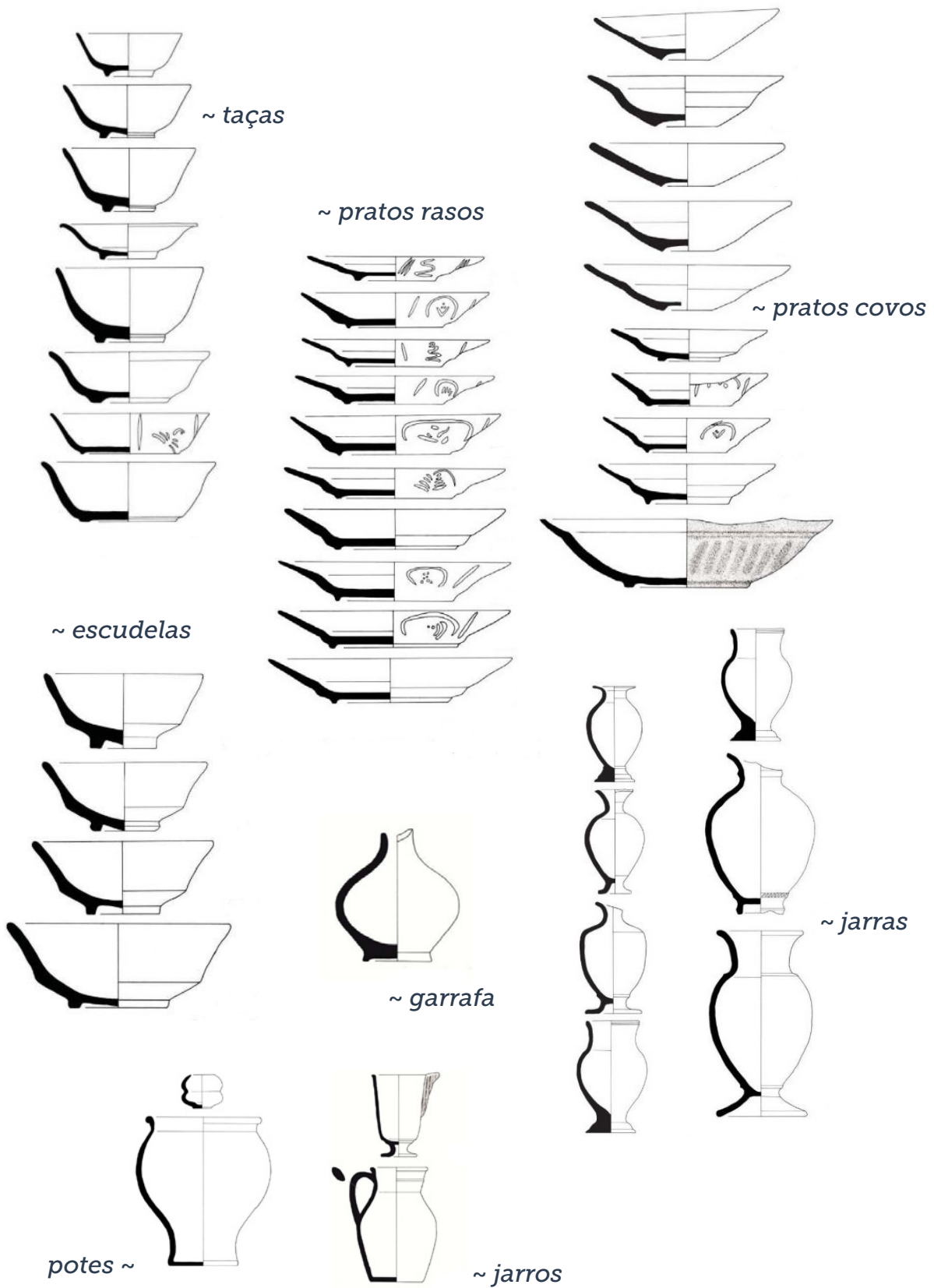


Figura 58 - Relatório formal da Faiança de Coimbra, Séc. XVII.
Adaptado de Formigo, 2015.

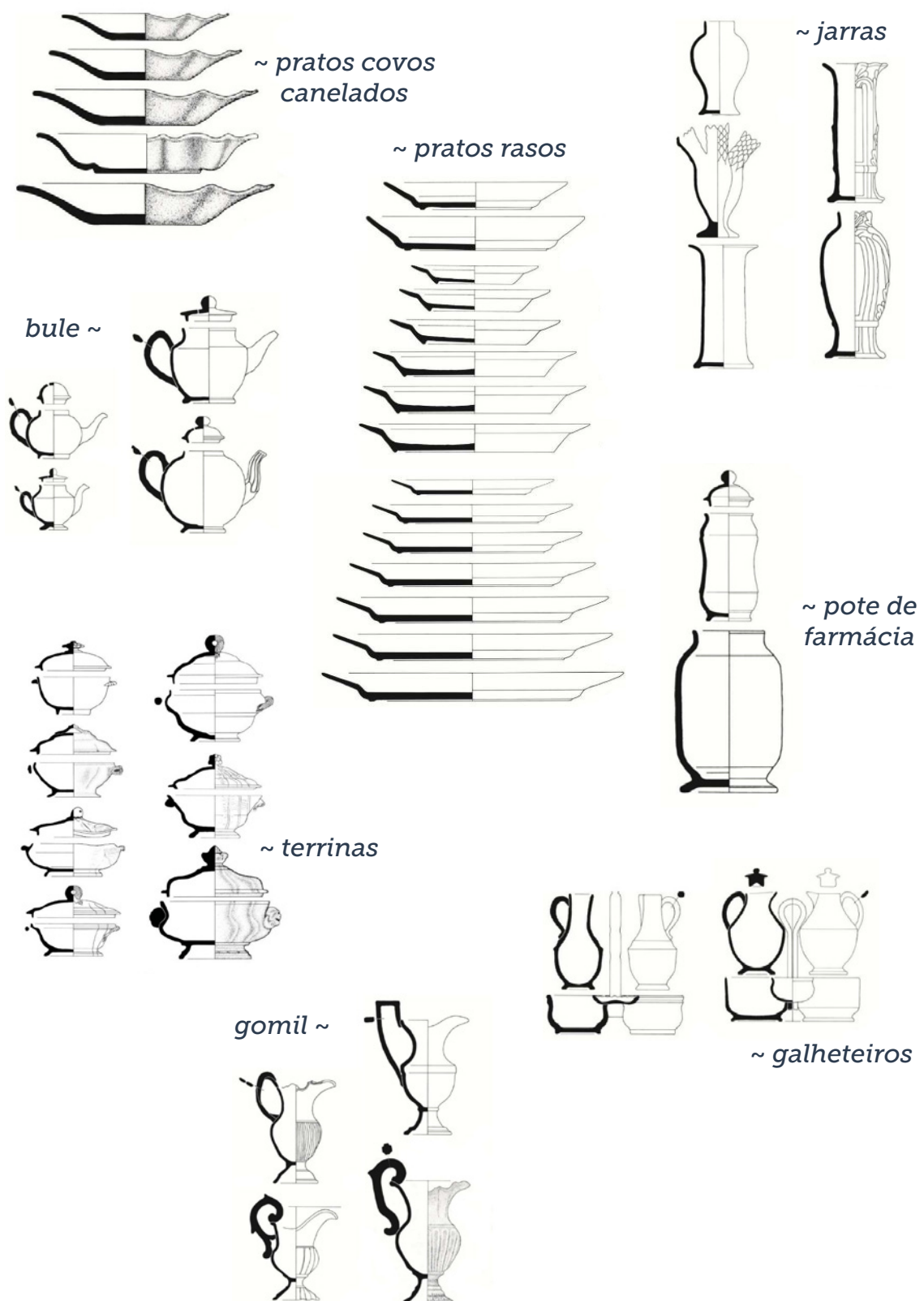


Figura 59 - Reportório formal da Faiança de Coimbra, Séc. XVIII.
Adaptado de Formigo, 2015.



Figura 60 - Malga, decoração geométrica, Museu Nacional Machado de Castro.



Figura 61 - Prato decorado com rendas, Museu Nacional Machado de Castro.

4. 2. 2. Grupos decorativos

O estudo decorativo feito por Formigo (2015) indica que existem três componentes fundamentais numa representação pictográfica, sendo: o **elemento** como componente mais singular do desenho; o **motivo** como a associação de dois ou mais elementos decorativos; e por último, a **composição** que resulta da organização dos motivos num determinado espaço. Este estudo divulga a existência de cerca de doze grupos decorativos, resultado da observação dos exemplares de Faiança de Coimbra dispostos no Museu Nacional Machado de Castro e no Museu de Santa Clara a Velha, identificando também as características decorativas de cada século em análise.

No **século XVII** as decorações são maioritariamente **geométricas**, com uma grande percentagem também para o grupo das **rendas** e **vegetalista**. As decorações geométricas são representadas por figuras geométricas concêntricas, espirais, círculos e/ou semicírculos concêntricos (Figura 60); as rendas representam um grupo de grande sucesso na Faiança de Coimbra e é constituída pela sequência linear de arcos concêntricos cruzados radialmente por traços finos (Figura 61); por fim a decoração vegetalista é frequentemente conciliada com outros grupos decorativos como a geométrica e utiliza elementos estilizados como ramagens florais e arbustos, sendo o motivo mais frequente a flor raiada interrompida.

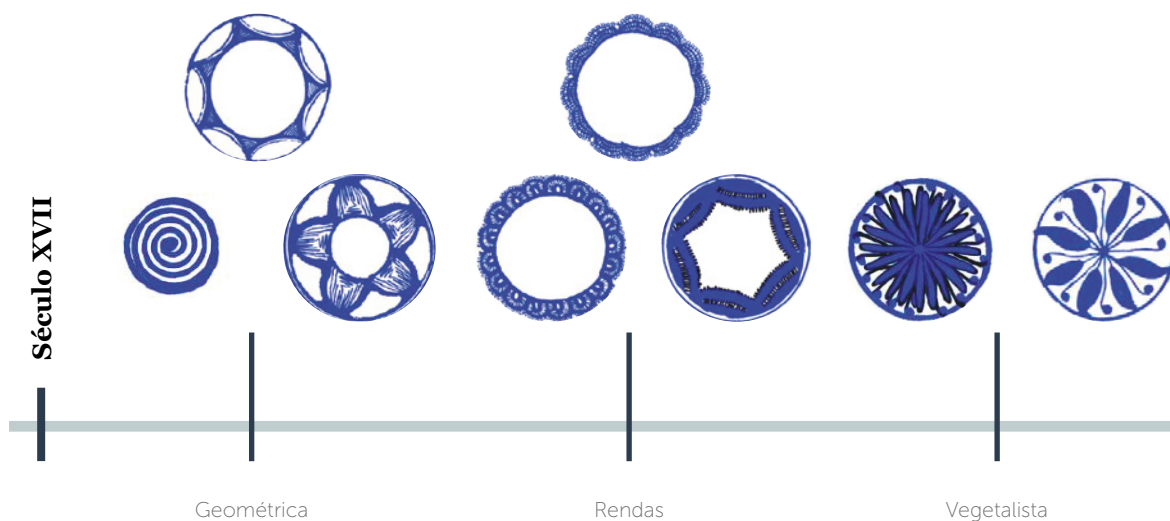


Gráfico 2 - Grupos decorativos da Faiança de Coimbra, séc. XVII. Ilustrações e imagens adaptadas de Formigo, 2015.



Figura 62 - Galhetas, 1750-1775, Costa Brio, Museu Nacional Machado de Castro.



Figura 63 - Travessa família Vandelli.
Fonte: Formigo, 2015.

Já no **século XVIII**, é o grupo **vegetalista** que representa a maioria das decorações da Faiança de Coimbra liderando com mais de 80%, sendo as segundas mais frequentes a paisagista e a geométrica. Para além disso este século é conhecido por dois grandes estilos, atribuídos à família Brio e à família Vandelli.

A **família Brio** apresenta dois períodos: o primeiro, situado entre 1750-1775 é caracterizado pelo menor rigor na pintura, o uso de decoração dicromática (azul e manganês ou azul e verde) e de pinceladas largas; o segundo período, pelo contrário, apresenta diferentes tonalidades com uma forte policromia e diferentes densidades de pincelada. É comum a conjugação das decorações com a chamada *faixa de Rouen*, composta por cartelas reticuladas conjugadas com motivos florais e folheares.

A **família Vandelli** é caracterizada pelos seus dois modelos decorativos – o monocromático com a utilização do manganês, e o policromático com o predomínio de decorações vegetalistas em tons de amarelo, verde e pequenos apontamentos laranja. É comum a presença de uma decoração central rodeada por faixas ponteadas ou interpretações da *faixa de Rouen* ou pela faixa decorativa *flor em forma de laço* (Figura 63), um elemento identificador da família Vandelli e da sua influência na faiança coimbrã, formada por linhas sinuosas que incorporam elementos foliares e diversas flores em forma de laço.

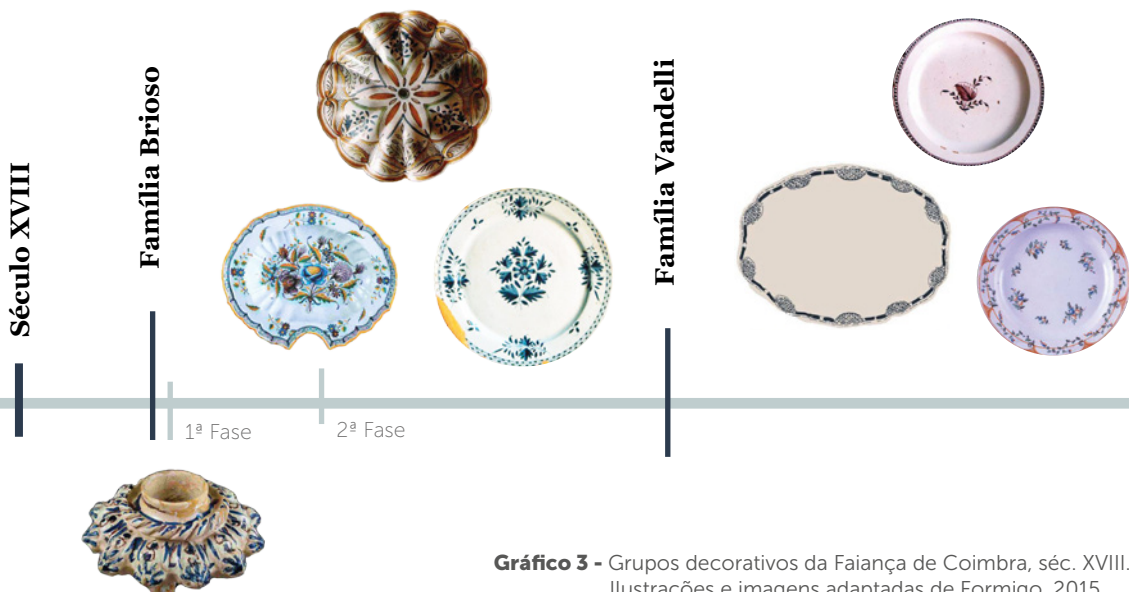


Gráfico 3 - Grupos decorativos da Faiança de Coimbra, séc. XVIII.
Ilustrações e imagens adaptadas de Formigo, 2015.

No **século XIX** a faiança surge com uma menor preocupação com o detalhe, evidenciando uma diminuição da complexidade e da concretização das suas pinturas. Com uma decoração maioritariamente policromática, de pinceladas largas e repetidas, tonalidades fortes, complementadas por pequenos apontamentos de pinceladas finas, a faiança deste período é maioritariamente reconhecida como *faiança ratinha*. O Gráfico 4 demonstra os três grupos decorativos mais identificativos deste período, sendo eles: vegetalista, antropomórfica e zoomórfica. São comuns as ramagens exuberantes, os elementos florais em esponjado que decoram maioritariamente a borda dos pratos. Ao centro são representados elementos florais e foliares, animais, ou ainda figuras masculinas e femininas em atividades profissionais ou de lazer.

A diminuição da qualidade da decoração demonstra o carácter depreciativo do nome - *faiança ratinha* – sendo considerada por muitos como grosseira e ordinária, evidenciando sinais da decadência que se aproximava.

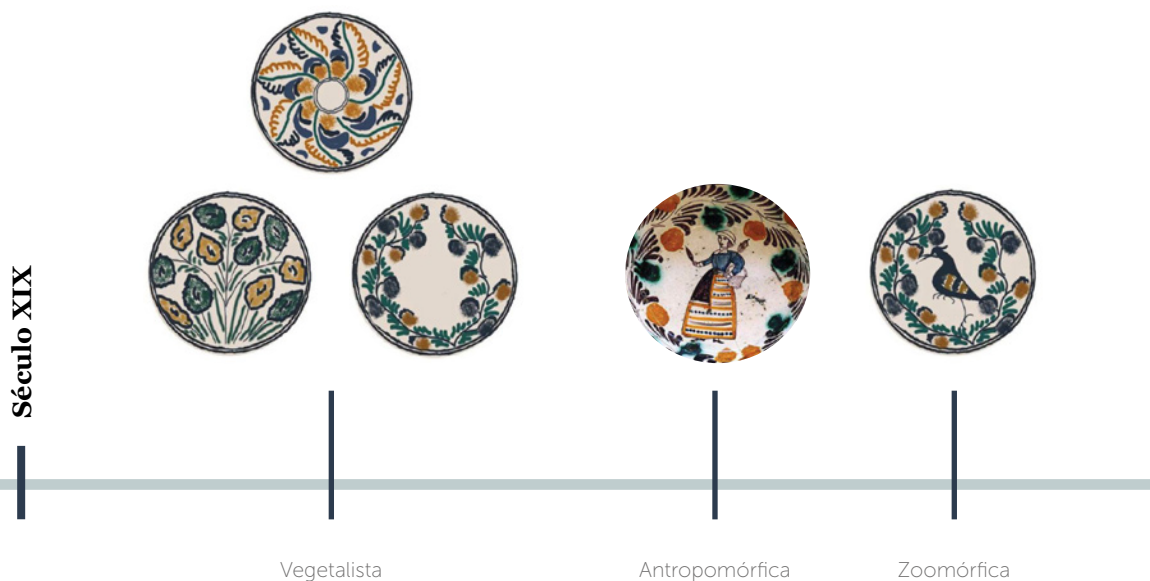


Gráfico 4 - Grupos decorativos da Faiança de Coimbra, séc. XIX.
Ilustrações e imagens adaptadas de Formigo, 2015.

4. 2. 3. Crescimento e decadência

Apesar da produção de faiança coimbrã ter durado cerca de cinco séculos, o período de maior sucesso situou-se no século XVII e na primeira metade do século XVIII. A constante expansão e procura desta arte deveu-se não só ao facto

de ser uma louça de grande durabilidade e baixo valor no mercado, mas também às constantes exportações para Inglaterra, províncias ultramarinas, norte da Europa, norte de Espanha, Brasil, Uruguai, costa Nordeste dos Estados Unidos da América e ainda Sudeste do Canadá, fazendo de Coimbra o maior centro de produção nacional e projeção internacional (Sebastian e Formigo, 2016).

Foi na segunda metade do século XVIII que a faiança coimbrã viu o seu império entrar em decréscimo, fruto da crescente pressão provinda de firmas concorrentes como é o caso das grandes fábricas de porcelana.

Apesar da mão-de-obra qualificada, a *Sociedade de Cerâmica Antiga de Coimbra, Lda.*, considerada a última olaria tradicional de faiança de Coimbra, foi obrigada a parar de produzir por falta de encomendas, culminando em 2009 com o seu encerramento (Gaspar, 2013; Sebastian, 2010).

4. 2. 4. Projeto de Restauro do antigo edifício da Sociedade de Cerâmica Antiga de Coimbra

No decorrer da presente dissertação teve-se conhecimento de que o antigo edifício onde a *Sociedade de Cerâmica Antiga de Coimbra* havia laborado, tinha sofrido obras de restauração, contando com um restaurante desde Março de 2018, complementado em Setembro de 2018 por uma olaria de cerâmica artesanal (Fundação Calouste Gulbenkian, 2019; Salema, 2019).

Gaspar (2013, p. 322) escreveu: *“A oficina, deverá renascer como museu, fábrica, ateliê, loja e cafetaria. Uma casa das artes onde os operários se cruzam com os turistas, de forma a fabricar peças contemporâneas com o cruzamento de um saber secular.”*

O projeto serve como objeto museológico que permite aos visitantes não só conhecer a produção artesanal de cerâmica, como lhes é permitido vidrar e pintar as suas peças (Levy, 2019).

Considera-se esta iniciativa um avanço de extrema importância para a preservação da tradição e da memória desta arte.

5. Manufatura Aditiva

5.1. Caracterização da manufatura aditiva

A manufatura aditiva é definida segundo a norma ISO/ASTM 52900:2015 como um processo de junção de materiais que permite fabricar objetos a partir de dados de um modelo tridimensional, geralmente camada a camada, por oposição aos métodos de manufatura subtrativa e formativa (ISO/ASTM International, 2015). Conhecida pelo nome mais comum - Impressão 3D - a manufatura aditiva tem visto grandes avanços na sua tecnologia, pelos materiais que oferece para além do conhecido PLA como é exemplo o material metálico, cerâmico e até vidro (Howarth, 2015). Com os seus avanços tecnológicos e com a crescente gama de materiais que oferece, a manufatura aditiva começa a ser vista não apenas como uma tecnologia de prototipagem rápida (Ngo *et al.*, 2018), mas sim como uma tecnologia de fabrico capaz de produzir um produto final e acabado, pronto a ser comercializado e vendido no mercado.

Apesar de ser considerada uma técnica rápida, existem certos desafios que ainda consomem muito tempo durante o desenvolvimento de novos produtos; para além das propriedades mecânicas de uma peça impressa ainda ficarem aquém quando comparada com processos de fabrico mais utilizados no mercado, existe ainda o desafio de aproveitar ao máximo a liberdade formal permitida por esta tecnologia.

5.2. Tecnologias de manufatura aditiva de cerâmicos

Vários autores apresentam diferentes tecnologias associada à manufatura aditiva de material cerâmico, sendo as mais comuns:

- **extrusão de material** (“*material extrusion*”) que, tal como o nome indica, consiste na extrusão seletiva de material através de um orifício ou “*nozzle*”. É dentro desta tecnologia que se encontra o processo de *Robocasting* (Deckers, Vleugels e Kruth, 2014) que consiste na extrusão de pasta cerâmica através de um bico (“*nozzle*”) (Zocca *et al.*, 2015). Tal como acontece nos processos produtivos convencionais, as peças em verde são bastante frágeis, devendo o seu manuseamento ser cuidado; para além disso, é necessário a secagem da peça por completo, de modo a prevenir a formação de tensões e evitar o aparecimento de fissuras



Figura 64 - Ilustração da tecnologia de extrusão de material.

Adaptado de Dilberoglu *et al.*, 2017.

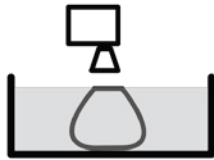


Figura 65 - Ilustração da tecnologia de "binder jetting".
Adaptado de Dilberoglu et al., 2017.

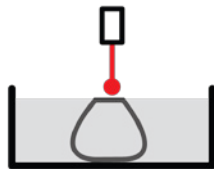


Figura 66 - Ilustração da tecnologia de "powder bed fusion".
Adaptado de Dilberoglu et al., 2017.



Figura 67 - Ilustração da tecnologia de "Vat photopolymerization".
Adaptado de Dilberoglu et al., 2017.

durante o processo de cozedura. Esta tecnologia de extrusão de material permite uma produção mais barata e rápida comparativamente com as tecnologia de "photocuring", possibilitando a construção sem necessidade de suportes (Chen et al., 2019);

- na tecnologia de "**binder jetting**" a deposição de material é feita através de pó, posteriormente unido pela ação de um agente ligante líquido (Costa, Duarte e Bártolo, 2017; Vilarinho et al., 2019);

- outra tecnologia que utiliza material em forma de pó tem o nome de "**powder bed fusion**", consistindo na fusão de material através de um feixe de laser que força o material a aquecer e a derreter por completo (Deckers, Vleugels e Kruth, 2014);

- "**Vat photopolymerization**" funciona através do processo de fotopolimerização, onde o material em forma de pasta incorporado com partículas cerâmicas é seletivamente curado por radiação UV (Costa, Duarte e Bártolo, 2017; Deckers, Vleugels e Kruth, 2014);

5.3. Vantagens da manufatura aditiva

A evolução da tecnologia de manufatura aditiva, ou mais conhecida Impressão 3D, fez com que esta deixasse de ser apenas reconhecida como um meio para atingir protótipos, para se tornar numa tecnologia capaz de produzir produtos finais prontos a serem introduzidos no mercado. Assim, o reconhecimento deste meio veio reformular o modo como os criadores pensam e concebem os seus produtos, tendo em conta as vantagens oferecidas pela manufatura aditiva.

Comparativamente com os meios de manufatura tradicionais, a manufatura aditiva entra num novo paradigma de redução do fator tempo, no que diz respeito à produção e consequente lançamento dos produtos no mercado. No seu artigo sobre esta temática, Attaran (2017) identifica cinco vantagens principais: custo, rapidez, qualidade, inovação/transformação e impacto; para além disso são ainda referenciados conceitos como a sustentabilidade, pelo facto de permitir quer a produção de pequenas séries, quer a diminuição dos desperdícios, e ainda a capacidade de diminuir o armazenamento de produtos em armazém.

No entanto, a manufatura aditiva não deve ser vista como uma tecnologia que substituirá os meios tradicionais, mas sim como um complemento que permitirá não só tornar os produtos existentes melhores (Attaran, 2017), como dará a oportunidade a artistas e designers de investirem em formas complexas, impossíveis ou extremamente difíceis de produzir por meios de manufatura tradicionais (Warnier *et al.*, 2014). Acrescenta-se ainda a questão da personalização e customização em massa que permitirá a produção de pequenas séries de produtos com maior valor acrescentado e melhor adaptados às necessidades e gostos do consumidor final (Costa, Duarte e Bártolo, 2017).

■ 5.4. Conceito “Complexity is free” ou “Freedom of Design”

Está na natureza do ser humano reconhecer valor na complexidade pelo facto de se tomar como premissa que, se um objeto é rico em ornamentos ou apresenta geometrias complexas, esse exigiu mais tempo e esforço por parte do seu criador (Warnier *et al.*, 2014).

Como foi referido anteriormente, o fabrico aditivo veio proporcionar uma nova liberdade criativa tanto a artistas como designers, que pretendem extravasar os limites impostos ao criar formas únicas, complexas e intrigantes (Thompson *et al.*, 2016). Os conceitos de “*complexity is free*” e “*freedom of design*” são então associados pelo facto de que, ao contrário do que acontece com os processos subtrativos e formativos, o nível de complexidade das peças não influencia o custo final da peça (Vilarinho *et al.*, 2019; Warnier *et al.*, 2014) visto ser uma tecnologia aditiva que apenas adiciona material onde é necessário. Visto que estamos perante uma mudança de paradigma, aquele que se propõe a desenhar para esta tecnologia deve ter em consideração as suas vantagens, de modo a aproveitar todo o seu potencial na criação de novos produtos.

■ 5.5. Customização em massa vs. personalização

(“*Mass customization*” vs. “*personalization*”)

O termo “*mass customization*” ou customização em massa surge associado à ideia da 4ª Revolução Industrial, ou Indústria 4.0. Esta mudança de paradigma no sector produtivo está a chamar a atenção de empresas e investigadores, sendo que muitos estão a analisar de que forma podem cumprir os requisitos anunciados pela Indústria 4.0. Para além de conceitos como “*Internet of Things, Big Data, Cloud Computing*” e o conceito de “*smart factories*”, a manufatura aditiva surge como uma das soluções apontadas não só pela sua ligação com a sustentabilidade mas também pela possibilidade de se tornar o elemento-chave para a criação de produtos customizados e adaptados ao consumidor final (Dilberoglu *et al.*, 2017). A ideia é que passemos de uma linha de produção em massa para uma linha de produção flexível, na qual a mudança entre as diferentes alternativas de design sejam facilitadas e associadas aos requisitos do consumidor-final (Tofail *et al.*, 2017).

Esta escolha individualista entre parâmetros e centrada nos requisitos próprios, leva a que muitos utilizadores experienciem o fenómeno de “*mass confusion*”, pois o aumento do número de possibilidade e escolhas pode dificultar a tomada de decisões em relação à compra de determinado produto (Tiihonen e Felfernig, 2017). Deste modo, a personalização (“*personalization*”) é vista como uma solução mais avançada da customização em massa (“*mass customization*”) pelo facto de se basear numa experiência “*tailor-made*”, que privilegia uma interação personalizada, baseada na comunicação entre utilizador e criador/empresa (Costa, Duarte e Bártolo, 2017).

O principal fator de diferenciação da personalização é que o utilizador está muito mais envolvido no processo de criação do produto, fazendo com que a cocriação se torne numa das principais características-chave, assim como o *user experience*. A componente de *user experience*, no que diz respeito à personalização e ao seu objetivo de proporcionar objetos únicos com maior valor acrescentado, é de extrema relevância visto que a satisfação do cliente não é atingida apenas pela sua parte funcional mas também pelo seu elemento de ligação social e emotiva (Zheng *et al.*, 2017).

■ 5.6. Social manufacturing

Este conceito é abordado no artigo “*From mind to products: towards social manufacturing and service*” de Xiong *et al.* (2018), e caracteriza-se por ser uma solução inovadora no campo da manufatura pela razão de que esta permitirá realizar as necessidades dos consumidores, garantindo a sua satisfação pessoal. São introduzidas as ideias de “*prosumer*” e “*prosumption*”; a primeira surge da junção de produtor (“*producer*”) e consumidor (“*consumer*”) e caracteriza a pessoa que consome e produz um determinado produto e serviço; a segunda ilustra a ideia de algo que é produzido pelo mesmo sujeito que consome (“*production by consumers*”). A principal vantagem relaciona-se com o facto de que qualquer indivíduo pode contribuir para o processo de conceção de um produto, envolvendo-se em qualquer uma das fases do projeto, quer seja contribuindo na componente morfológica, comunicativa ou publicitária. Comparando os conceitos de “*mass customization*” e “*social manufacturing*”, enquanto que o primeiro permite a customização através da seleção de diferentes combinações de determinados parâmetros, a segunda permite uma relação entre os requisitos individuais e a personalização em termos de serviço e design do produto; é certo que a primeira tem um custo de produção mais baixo, no entanto a segunda permite a realização de um objeto com maior valor acrescentado.

Para além disso, a “manufatura social” reconhece na manufatura aditiva um forte aliado nesta que poderá vir a ser a próxima revolução na indústria. Por último, esta pretende ser a ferramenta que promoverá o desenvolvimento das sociedades no que diz respeito à saúde e à sustentabilidade, à poupança de energia, de material, e na redução das emissões de carbono.

■ 5.7. Desafios da manufatura aditiva

Apesar de todas as vantagens enumeradas anteriormente, ainda há uma série de desafios a enfrentar no que diz respeito à utilização desta tecnologia. A mais comum, e que tem bastante influência nas propriedades, está relacionada com a criação de vazios entre as camadas depositadas de material; estes vazios fazem com que haja um aumento da porosidade, diminuindo a performance mecânica. Outro aspecto que também determina a performance mecânica está relacionado com a estrutura anisotrópica; a construção do objeto por sucessiva deposição de camadas faz com que a peça apresente diferentes comportamentos mecânicos na direção vertical e horizontal. Acrescenta-se ainda o efeito camada sobre camada; em certos casos o designer pode optar por assumir este efeito e tirar o máximo partido dele, adotando-o como característica diferenciadora ou, por outro lado, pode ser necessário minimizar esse efeito e para isso serão necessários pós-tratamentos químicos ou físicos para homogeneizar a superfície (Ngo *et al.*, 2018). Para além disso, os designers podem ainda enfrentar um bloqueio criativo, fruto de restrições e normas associadas a certos processos produtivos. Muitas vezes o conhecimento adquirido sobre a criação de produtos por métodos convencionais não lhes permite ter liberdade criativa para desenhar formas complexas e impensáveis de produzir por processos convencionais (Tang e Zhao, 2016). Por fim, o desafio de conhecer os limites desta liberdade formal. Apesar de esta tecnologia permitir a conceção de peças únicas e extremamente complexas não significa que todas as formas sejam exequíveis, o que indica que no decorrer do projeto será pertinente o estudo e teste das formas desenvolvidas, de modo a perceber as suas vantagens e os seus constrangimentos.

■ 5.8. Manufatura aditiva e o caminho para a sustentabilidade

Com a consciencialização das questões relacionadas com o aquecimento global, é imperativo repensar o modo como os produtos são concebidos de maneira a que, em todas as fases do processo de design, sejam tidos em consideração não só os aspetos sociais, económicos e institucionais, mas também ambientais (Gebisa e Lemu, 2017).

Tal como foi referido, a manufatura aditiva apresenta fortes ligações com o conceito de sustentabilidade; dentro dos vários benefícios, os relacionados com o ambiente são: menos desperdício de material, eficiência de energia, e a redução das emissões de carbono relacionado com o transporte ao se optar por centros de manufatura local (Rejeski, Zhao e Huang, 2018). Para além dos benefícios relacionados com a eficiência dos recursos, a manufatura aditiva promove a extensão do prazo de vida dos produtos através da reparação ou reprodução de peças; a acrescentar, o fator de ligação com o produto, que leva a que o utilizador não se desfaça dele com tanta facilidade, isto se forem aplicados os conceitos anunciados anteriormente de personalização, e o envolvimento do utilizador como cocriador no processo de desenvolvimento dos produtos (Ford e Despeisse, 2016). Por fim, esta tecnologia providencia um caminho alternativo à produção em massa ao permitir a produção de pequenas séries, de acordo com a necessidade do cliente, aproximando-se mais da escala e do trabalho artesanal (Verbruggen, 2014).

5.9. Casos de estudo

5.9.1. Olivier van Herpt

Formado em Design Industrial pela Design Academy Eindhoven, Olivier van Herpt situa o seu trabalho entre o design, o artesanato e a indústria. Os seus projetos caracterizam-se pelo seu forte carácter experimental (Figura 68 e 69), baseado no improviso e levado aos limites da tecnologia de manufatura aditiva. As suas peças são resultado de reflexões sobre o potencial da manufatura aditiva e da sua relação com o carácter único e individualizado dado antigamente pelos artesãos (Herpt, 2019; Warnier *et al.*, 2014).



Figura 68 - "Explorations in functional 3D Printing Ceramics", 2012-2019.

Fonte: <http://oliviervanherpt.com/functional-3d-printed-ceramics/>

Material utilizado: Barro.



Figura 69 - "Explorations in functional 3D Printing Ceramics", 2012-2019. Detalhe.

Fonte: <http://oliviervanherpt.com/functional-3d-printed-ceramics/>

5.9.2. mRna. by Aman Agrawal

O objetivo principal deste projeto centra-se na aplicação de sistemas de inteligência artificial no campo do design industrial. A ideia base é fundada na premissa de que é possível criar produtos personalizados, com novas formas, através de dados retirados do ADN humano.

O ADN é único para cada indivíduo e contém bastante informação sobre o organismo, incluindo o risco de determinadas doenças, provenientes do fator hereditário ou não, como o excesso de peso, alergias alimentares, entre outras. Analisando um ADN específico e definida a sua estrutura, Aman Agrawal conseguiu gerar formas únicas através de algoritmos.

A ideia final assenta na criação de um serviço personalizado em que cada pessoa pode obter um objeto único e personalizado baseado no seu ADN (Figura 70). O produto é depois concretizado através de uma impressora 3D de cerâmicos pelo facto de ser a tecnologia mais sustentável para a produção de produtos personalizados (Agrawal, 2018, 2019).



Figura 70 - mRna. por Aman Agrawal.

Fonte: <https://creativemutation.com/mrna>

Material utilizado: "Grey Paper Fibre PCL/ Paper-Clay"



Figura 71 - l'Artisan Électronique, Unfold e Tim Knapen.

Fonte: <http://unfold.be/pages/l-artisan-electronique>

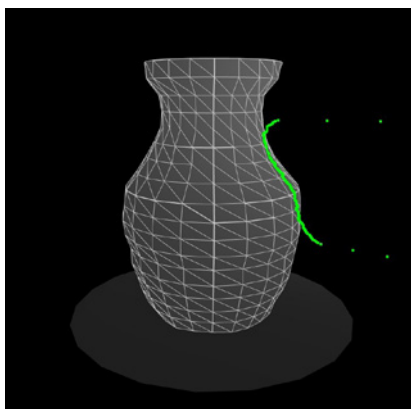


Figura 72 - Virtual Pottery Wheel: interface.

Fonte: <http://unfold.be/pages/l-artisan-electronique>

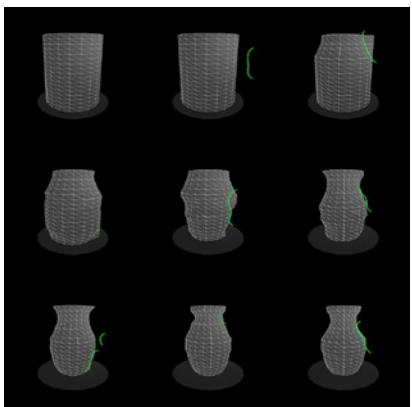


Figura 73 - Virtual Pottery: Wheel Sequence.

Fonte: <http://unfold.be/pages/l-artisan-electronique>

5.9.3. Unfold

O estúdio Unfold foi criado em 2002 por Claire Warnier e Dries Verbruggen, formados pela Design Academy Eindhoven. Num contexto de permanente evolução e mudança, o estúdio Unfold pretende devolver o poder para o designer e para o consumidor, investigando novas formas de desenvolver projetos através da junção de aspetos pré-industriais e artesanais à alta tecnologia e à comunicação digital (Unfold, 2019). O projeto *l'Artisan Électronique*, em colaboração com Tim Knapen, é o exemplo da união entre a indústria e o artesanato, incluindo o criador amador como elemento ativo. Consiste numa roda de oleiro digital, conectada a uma impressora 3D de cerâmicos. Ao interagir com o cilindro giratório virtual, o utilizador pode conformar a sua peça através de um laser que capta os seus movimentos (Figura 71 a 73). As criações podem ser posteriormente convertidas numa peça real e tridimensional, através da impressora 3D (Figura 74) (Unfold, 2010; Warnier *et al.*, 2014).



Figura 74 - Vase.

Fonte: <http://unfold.be/pages/l-artisan-electronique>



Figura 75 - Cabin of 3D Printed Curiosities.

Fonte: <http://www.emergingobjects.com/project/cabin-of-3d-printed-curiosities/>

Material utilizado: Barro.

5.9.4. Emerging Objects

São especializados na criação de projetos e componentes dedicados à arquitetura através da Impressão 3D. O seu fator inovador centra-se na multiplicidade de materiais com que trabalham, assim como as dimensões dos seus projetos, criando objetos intrigantes e incapazes de serem produzidos de outro modo (Emerging Objects, 2019). *Cabin of 3D Printed Curiosities* demonstra o potencial da manufatura aditiva na arquitetura, com a criação de texturas únicas. Para além de apelativos e intrigantes, as telhas e o revestimento da fachada (em material cerâmico) funcionam como uma tela protetora contra a chuva (Emerging Objects, 2018).

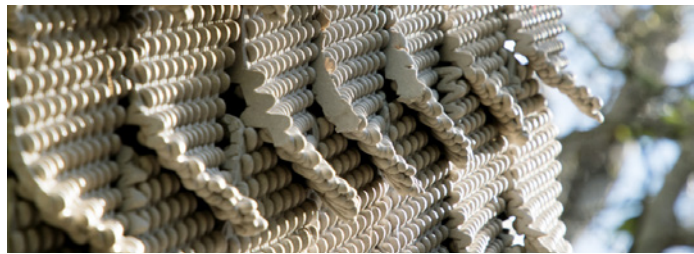


Figura 76 - 3D Printed ceramic Seed Stitch tiles.

Fonte: <http://www.emergingobjects.com/project/cabin-of-3d-printed-curiosities/>



Figura 77 - Bad Ombres v.2. Pormenor.

Fonte: <http://www.emergingobjects.com/project/bad-ombres-v-2/>

Material utilizado: Barro.

O projeto *Bad Ombres v.2* composto por uma série de vasos em cerâmica, pretende representar os problemas entre o México e os Estados Unidos da América (Figura 77 e 78). A exploração feita através da utilização e mistura de dois barros diferentes, pela criação de um gradiente através de uma única extrusão, serve de metáfora para afirmar que são mais os fatores que unem estes dois povos do que aqueles que os dividem (Emerging Objects, 2017).



Figura 78 - Bad Ombres v.2. Conjunto.

Fonte: <http://www.emergingobjects.com/project/bad-ombres-v-2/>



Figura 79 - Harmony. Printed Pots.

Fonte: <http://www.printedpots.co.uk/harmony/>



Figura 80 - Ripple. Printed Pots.

Fonte: <http://www.printedpots.co.uk/ripple/>

Material utilizado: Porcelana.

5.9.5. Printed Pots

Há mais de 50 anos no ramo da olaria e da cerâmica, Joan e Jack Hardie decidiram apostar nas novas tecnologias de manufatura aditiva para criarem peças outrora impossíveis de alcançar por meios convencionais (Figura 79 e 80). Inspiradas em formas orgânicas da natureza, cada peça carrega consigo novos desafios, desde a inclusão de novas cores, texturas, vidrado e até ao nível da cozedura das próprias peças (Hardie e Hardie, 2017).

5.10. Papel do designer na ligação da tradição com a engenharia e inovação

Como conclusão final deste capítulo, pretende-se refletir sobre o papel do designer como elemento unificador entre a tradição e a inovação (Costa, 2016).

Em primeiro lugar, é importante devolver o carácter de autenticidade aos produtos, outrora conferido pelo trabalho das mãos do artesão. O ser humano tende a valorizar a prática artesanal, por esta relação tão direta entre o esforço das mãos e a aparência do objeto (Johnston, 2017). Numa sociedade orientada para o consumo, é impreterível que se repense o que se produz hoje, não só por questões ambientais e relacionadas com a sustentabilidade, mas também porque é importante refletir sobre a criação de produtos com maior valor acrescentado. Para tal, o designer deve aliar-se ao conhecimento de práticas tradicionais, e nelas se inspirar para que seja capaz de criar produtos únicos, personalizados e ligados ao consumidor não só de uma forma física mas também emocional (Lacey, 2009). Não se pretende que artesão, designer e máquina estejam de costas voltadas, mas que juntos possam embeber as vantagens de cada um. Pretende-se reverter o ciclo de uma produção de nível industrial para uma produção artesanal, contemporânea, na qual designer e consumidor estão agora mais próximos (Verbruggen, 2014). Graças à manufatura aditiva, poder-se-á devolver aos produtos o seu carácter de singularidade, com um forte sentido de personalização e customização. Nesta aliança entre tradição, tecnologia, arte e design, caberá ao designer a função de, assim como os artesãos, dar forma à matéria através de um conjunto sucessivo de decisões que não só refletem o valor da sua criação, mas que carregam consigo memória e emoção (Zoran e Buechley, 2013) através da valorização de aspetos culturais (Providência e Cunha, 2011) que outrora foram esquecidos.

6. Projeto

■ 6.1. Conceito

Terminada a investigação e recolha do estado da arte para cada um dos temas envolventes, pretende-se agora desenvolver um projeto que possa trazer valor para as áreas do design e da engenharia.

Desta união entre tradição e inovação deverão surgir objetos inspirados na Faiança de Coimbra, passíveis de serem reinterpretados pela manufatura aditiva, que permitam transformar as pinturas e motivos decorativos da faiança coimbrã, outrora bidimensionais, em elementos tridimensionais através do *Robocasting*. Estes objetos deverão ser representativos desta arte, ilustrando de forma simbólica a união entre o analógico e digital, passado e futuro, artesanal e contemporâneo. É importante referir que não se pretende relembrar a Faiança de Coimbra pelo seu material, mas sim pela sua riqueza decorativa.

Desta forma, e visto que a empresa acolhedora – Costa Verde – trabalha exclusivamente com porcelana e é pioneira em Portugal na investigação relacionada com a manufatura aditiva, nomeadamente na impressão com pasta de porcelana, todos os objetos serão produzidos por este material nobre, considerada como a rainha dos cerâmicos tradicionais.

O processo de *Robocasting*, dentro dos vários processos existentes na empresa, foi escolhido não só por uma questão de fascínio pessoal pela tecnologia, mas também pelos aspetos característicos do mesmo como o efeito camada sobre camada e a extrusão de pasta através de um bico, que inspira o desenho de formas intrincadas e rendilhadas, como se de um “fio” se tratasse.

Assim, ao design caberá a função de desenhar formas complexas, desafiantes, e que possam trazer à memória o esplendor da Faiança de Coimbra.

Ao mesmo tempo, a engenharia poderá desafiar a tecnologia de manufatura aditiva - em particular, o *Robocasting* – por meio das formas desenvolvidas, compreendendo as suas vantagens, desvantagens, limitações e potencialidades futuras.

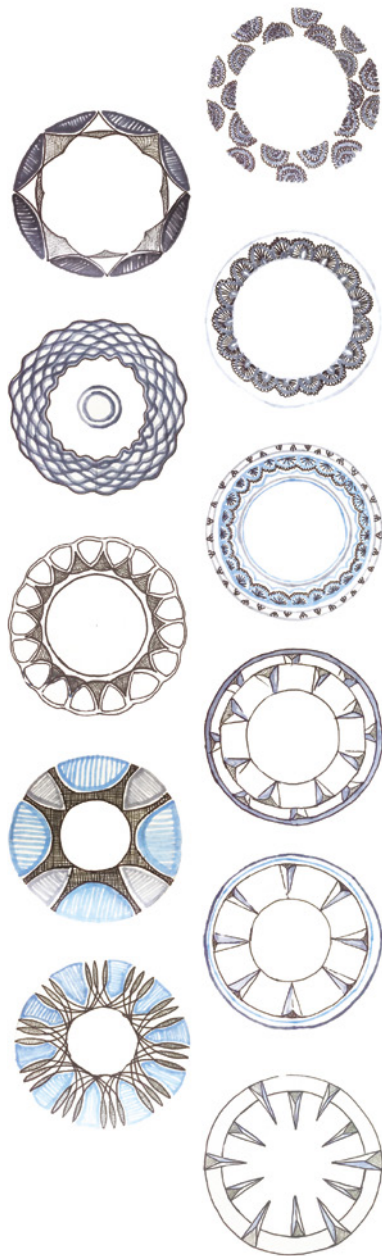


Figura 81 - Primeiros esboços.

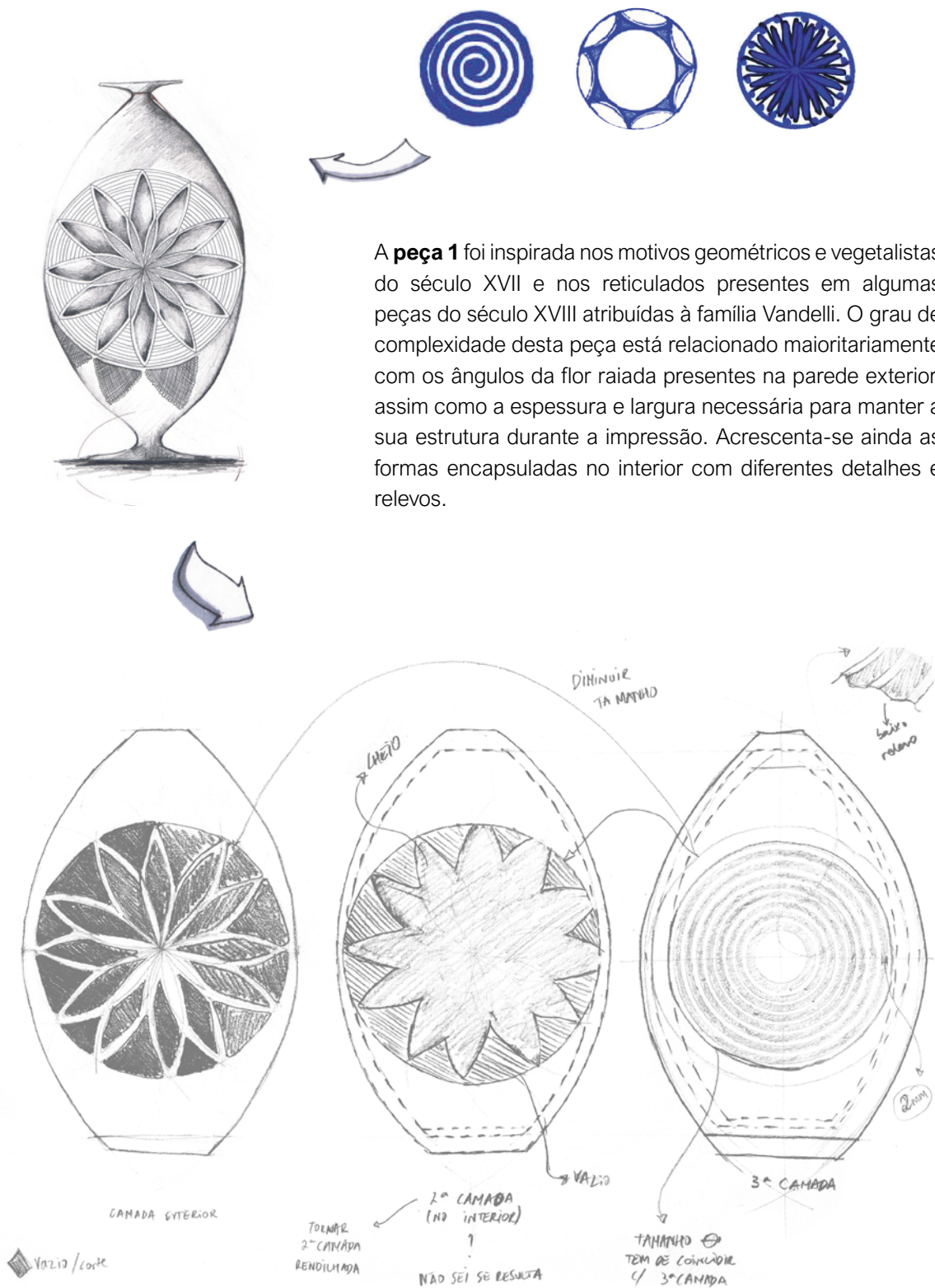
6. 2. Desenho e forma

Com base nestas premissas e tendo como suporte a pesquisa realizada sobre a Faiança de Coimbra, iniciou-se a fase de esboços tendo em consideração os estilos e os grupos decorativos mais utilizados e com maior influência no século XVII e XVIII.

Inicialmente considerou-se que estes esboços deveriam ser de carácter livre e não restritos por qualquer morfologia específica. Como a Faiança de Coimbra era maioritariamente de carácter utilitário associado à louça de mesa, os esboços foram influenciados por essa linguagem, o que se refletia em formas com um grau de complexidade ainda inferior ao pretendido (Figura 81).

Por esse motivo, considerou-se pertinente definir a adoção de um carácter decorativo para as peças – por exemplo, jarras decorativas para a mesa - de modo a que o desenho não se limitasse por um determinado grau de utilidade.

Foram desenhadas três peças diferentes inspiradas pelos motivos decorativos da faiança coimbrã. Para além disso, era pretendido que cada uma delas correspondesse a um nível de complexidade diferente de modo a retirar o maior número de conclusões possíveis.



A **peça 1** foi inspirada nos motivos geométricos e vegetalistas do século XVII e nos reticulados presentes em algumas peças do século XVIII atribuídas à família Vandelli. O grau de complexidade desta peça está relacionado maioritariamente com os ângulos da flor raiada presentes na parede exterior, assim como a espessura e largura necessária para manter a sua estrutura durante a impressão. Acrescenta-se ainda as formas encapsuladas no interior com diferentes detalhes e relevos.

Figura 82 - Primeiros esboços para a peça 1.

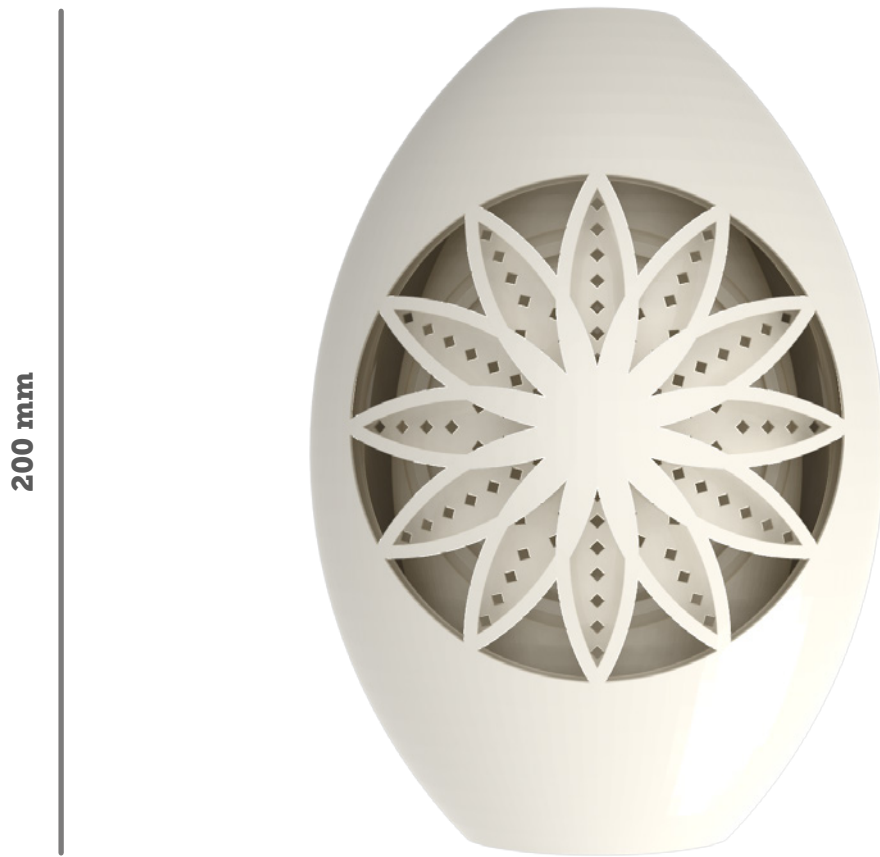
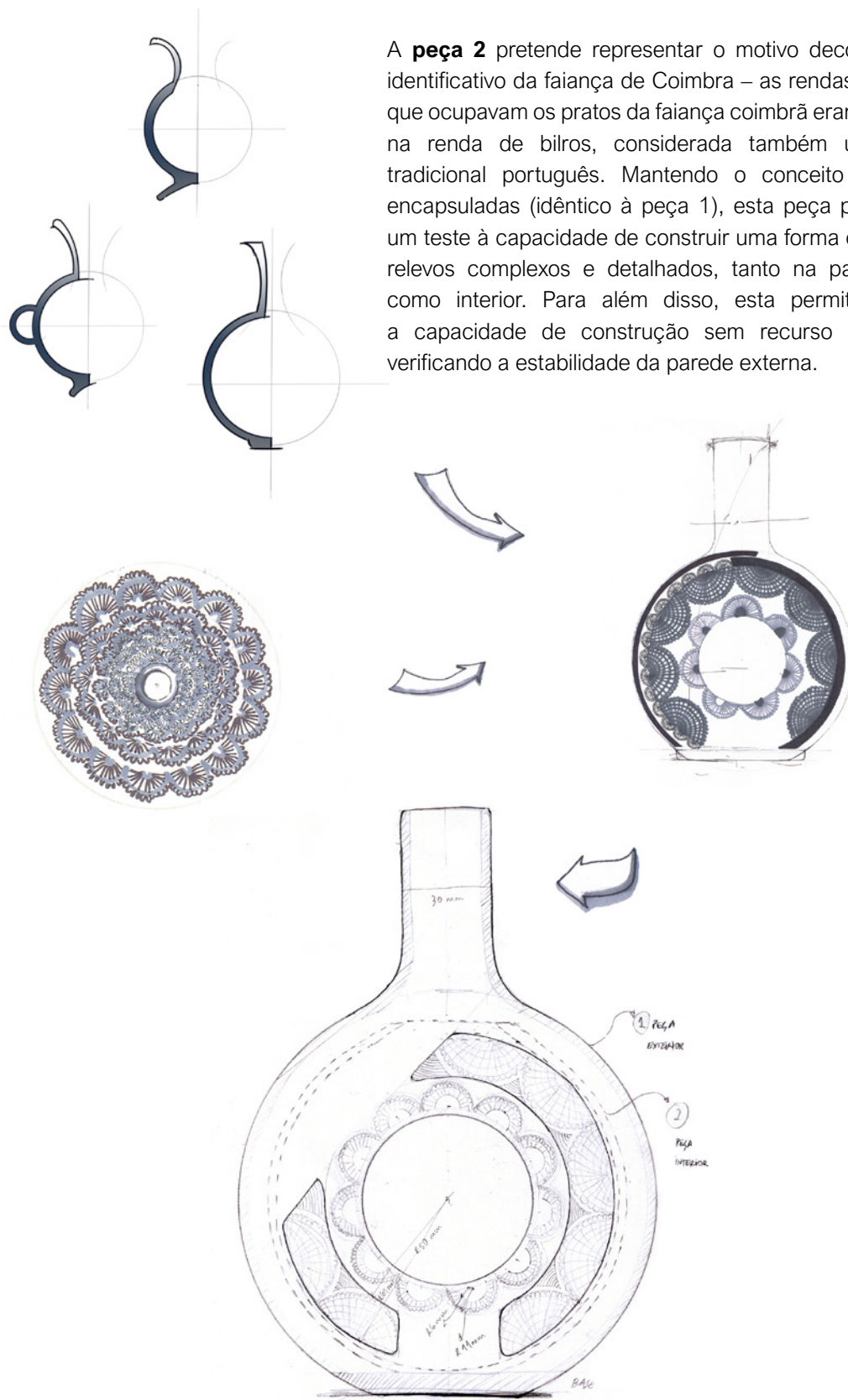


Figura 83 - Primeiro modelo da peça 1.



A **peça 2** pretende representar o motivo decorativo mais identificativo da faiança de Coimbra – as rendas. As rendas que ocupavam os pratos da faiança coimbrã eram inspiradas na renda de bilros, considerada também um produto tradicional português. Mantendo o conceito de formas encapsuladas (idêntico à peça 1), esta peça pretende ser um teste à capacidade de construir uma forma circular com relevos complexos e detalhados, tanto na parte exterior como interior. Para além disso, esta permitirá analisar a capacidade de construção sem recurso a suportes, verificando a estabilidade da parede externa.

Figura 84- Primeiros esboços peça 2.



Figura 85 - Primeiro modelo da peça 2.

A **peça 3** surge da junção de diferentes interpretações de um elemento decorativo utilizado tanto pela família Vandelli como pela família Brioso durante o século XVIII – a *faixa de Roeun* - surgindo maioritariamente para adornar a borda das peças. Tendo por base esta decoração, surgiu a seguinte peça, complexa pela repetibilidade da decoração e pela profundidade do detalhe. O desafio que esta peça pretende representar é a construção da peça segundo diferentes orientações (vertical ou horizontal) e os efeitos que esta provoca nos detalhes e relevos. Para além disso, a diferença de 90° entre superfícies na parte central da peça, levanta questões relacionadas com a necessidade de utilizar “infill” (preenchimento interno da camada) e com os efeitos e/ou defeitos que a sua utilização acarreta.

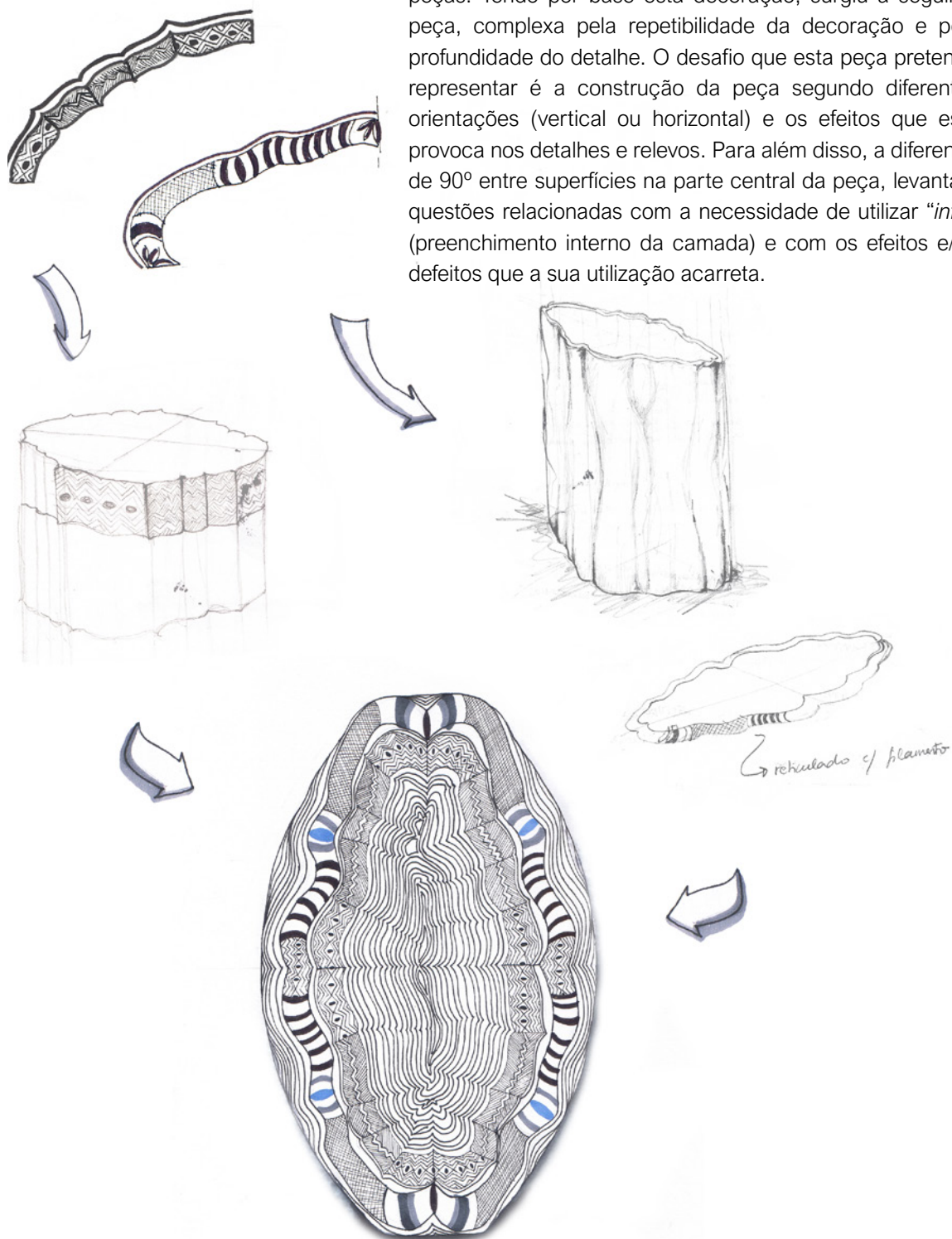


Figura 86 - Primeiros esboços peça 3.



Figura 87 - Primeiro modelo da peça 3.

■ 6. 3. Prototipagem e ensaios

A prototipagem e a realização de ensaios das peças propostas, foi possível durante a realização do estágio curricular na empresa Porcelanas da Costa Verde. Antes da realização do primeiro ensaio foi necessário adquirir os conhecimentos básicos para manuseamento do equipamento e preparação da pasta de porcelana para impressão.

6. 3. 1. Preparação da pasta de porcelana

A pasta de porcelana utilizada para a impressão por *Robocasting* é feita através da pasta plástica produzida na empresa. Para uma correta impressão e prevenção de quebras durante a construção por camadas, é necessário ajustar a humidade da pasta pela adição de água. A pasta é misturada até atingir uma textura homogénea e guardada em película aderente para manter o nível de humidade até à sua utilização. É aconselhado o repouso da pasta durante algumas horas de modo a que esta se torne o mais homogénea possível, facilitando a sua utilização e prevenindo possíveis variações durante a impressão.

6. 3. 2. Ensaios

A manufatura aditiva requer primeiramente a existência de um ficheiro CAD que contenha o objeto a ser impresso, para que este possa ser posteriormente tratado através de um software de *slicing*. Este serve de auxílio à preparação das peças para impressão ao transformar o modelo tridimensional em múltiplas camadas bidimensionais definidas por parâmetros como: diâmetro do bico ou “*nozzle*”, espessura de parede e altura da camada, “*speed*” ou velocidade de impressão, “*flow*” ou quantidade de material depositado, “*infill*” ou preenchimento interno, entre outros. Todas as informações relativas à utilização destes parâmetros são guardados num ficheiro (“*G-code*”), permitindo que a máquina reconheça quanto material tem de depositar e onde, através de um sistema de coordenadas XYZ. Foi utilizada uma impressora DELTA 4070 PRO, da WASP.

O processo desde a modelação tridimensional até ao produto final pode ser ilustrado da seguinte forma (Gráfico 5).

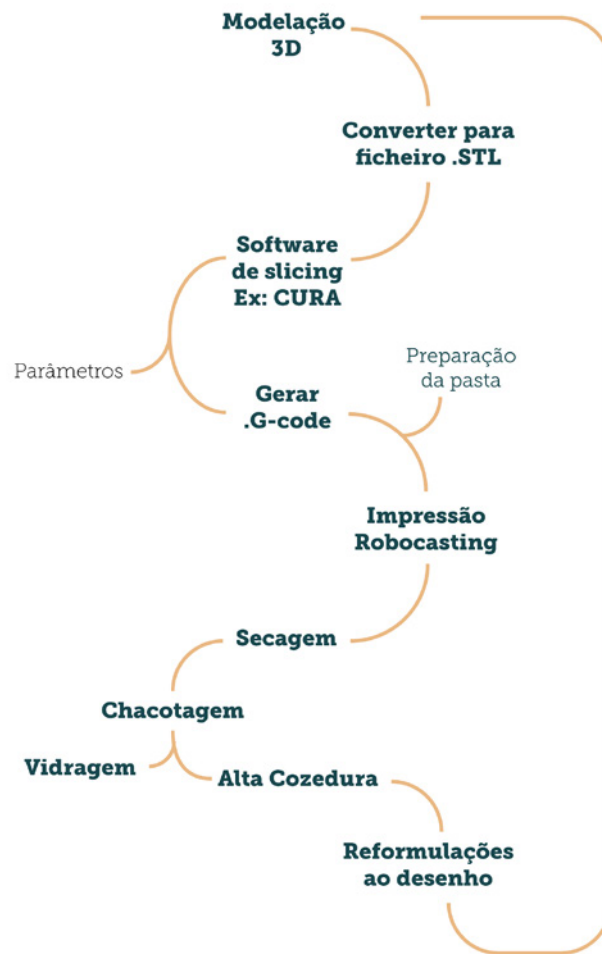


Gráfico 5 - Ilustração do processo de criação de peças em *Robocasting*.



O ensaio das três formas propostas caracteriza-se como um processo iterativo, com testes de impressão consecutivos e uma reformulação constante do desenho. Nas páginas seguintes será demonstrada de maneira ilustrativa e figurativa a evolução formal de cada uma das peças.

As informações relativas aos parâmetros de impressão utilizados para cada ensaio, controlo do tempo de impressão e das condições atmosféricas da sala, assim como os ensaios executados, mas que não são detalhados nas páginas seguintes, podem ser consultadas nos Anexos (páginas 120-125).



Peça 1

Anexo A

Os ensaios da peça 1 vieram demonstrar o tipo de desafios que designers e criadores poderão enfrentar ao testar os limites da tecnologia. A estrutura e colunas finas na parede exterior revelaram os pontos de maior fragilidade na peça. Passando para a discussão dos resultados de impressão, o ensaio C demonstrou a exequibilidade das alterações feitas ao desenho. Apesar dos defeitos assinalados a azul, foi possível imprimir as pétalas com um grau de definição maior do que o ensaio B.

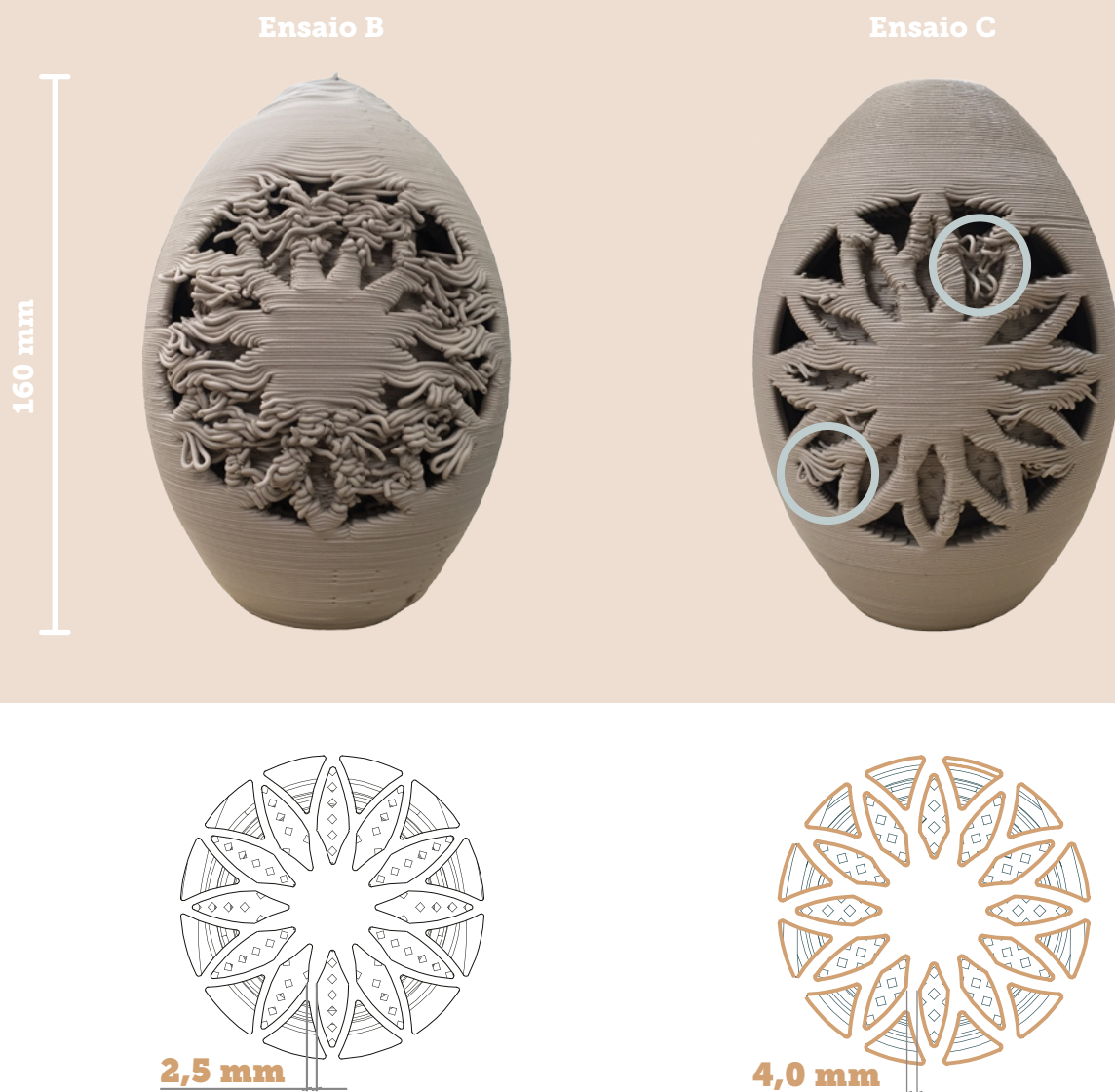
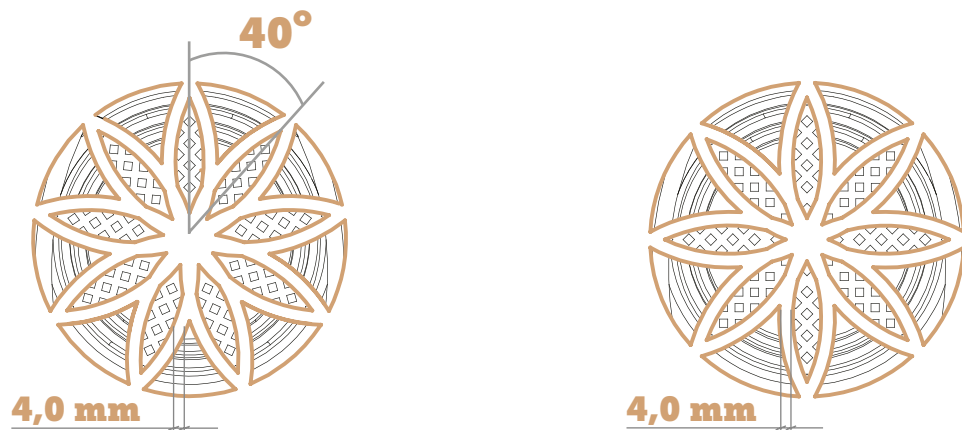


Figura 88 - Evolução formal da peça 1: ensaio B e C.



Ensaio D



Ensaio E

**Figura 89** - Evolução formal da peça 1: ensaio D e E.

Porém, verificou-se que o espaço entre as pétalas era insuficiente para permitir uma correta visualização das duas peças encapsuladas. Tendo isso em consideração, diminuiu-se o número de pétalas de modo a aumentar o espaço vazio entre elas. Como se pode verificar nos ensaios D e E, não foi possível concluir por completo a impressão, sendo identificadas a zona das pétalas inferiores como a área mais problemática.

Os ensaios seguintes resultaram de uma reformulação no desenho das pétalas. Contrariamente ao que vinha a ser praticado até aqui (com um desenho simétrico), optou-se por modelar as pétalas segundo os ângulos que tinham apresentado resultados positivos em ensaios anteriores. Como se pode verificar na Figura 90, a reformulação do desenho no ensaio H apresentou melhorias na impressão das pétalas inferiores, comparativamente ao ensaio F. Apesar de se ter repetido o posicionamento das pétalas superiores (como no ensaio D), não foi possível imprimir a totalidade da peça com sucesso.

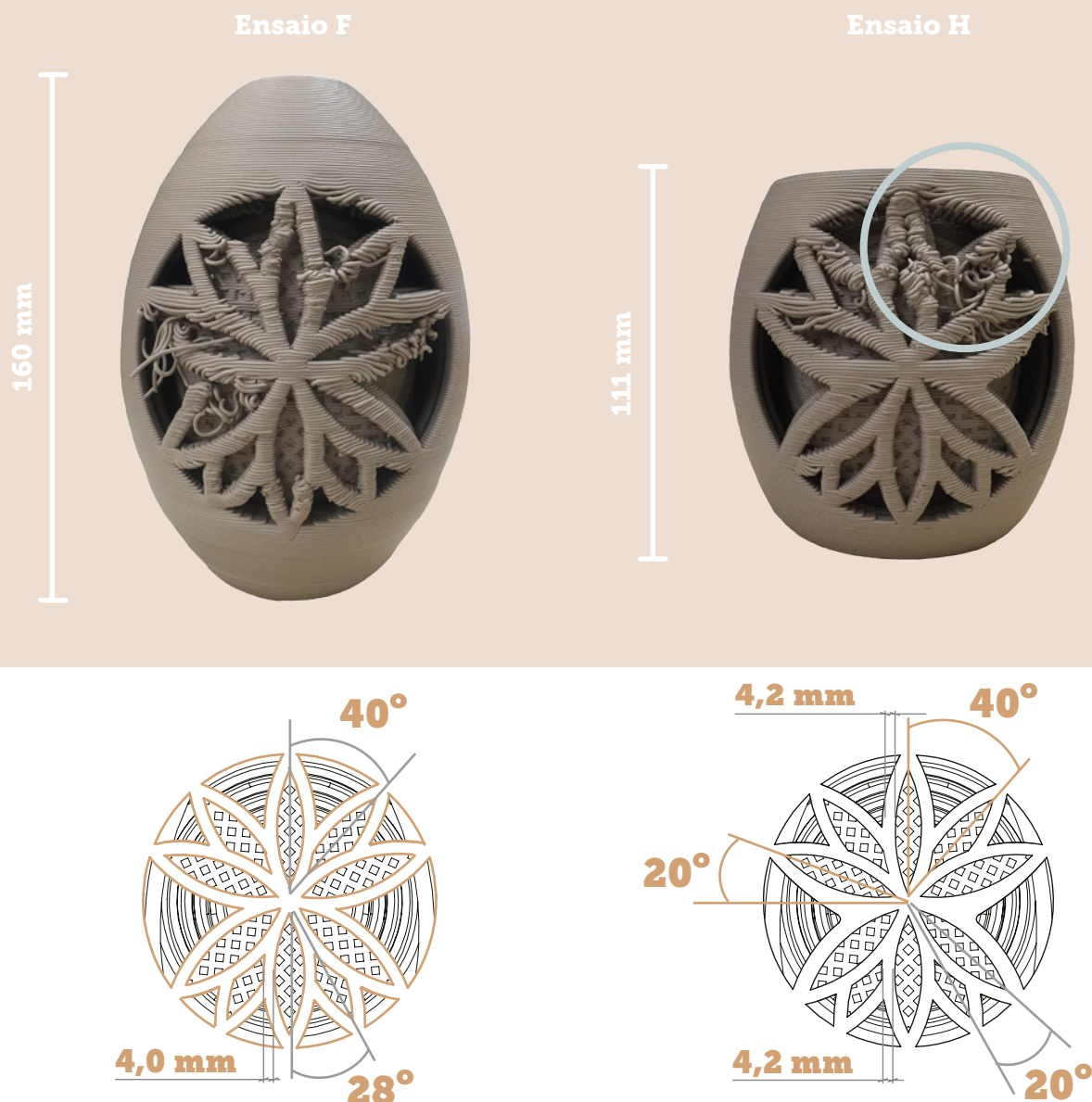
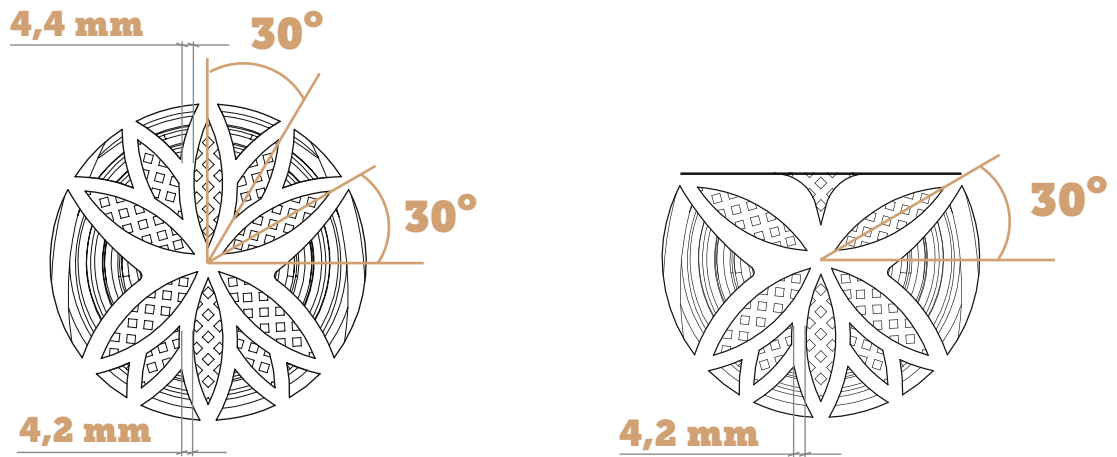


Figura 90 - Evolução formal da peça 1: ensaio F e H.



Ensaio I

Ensaio J

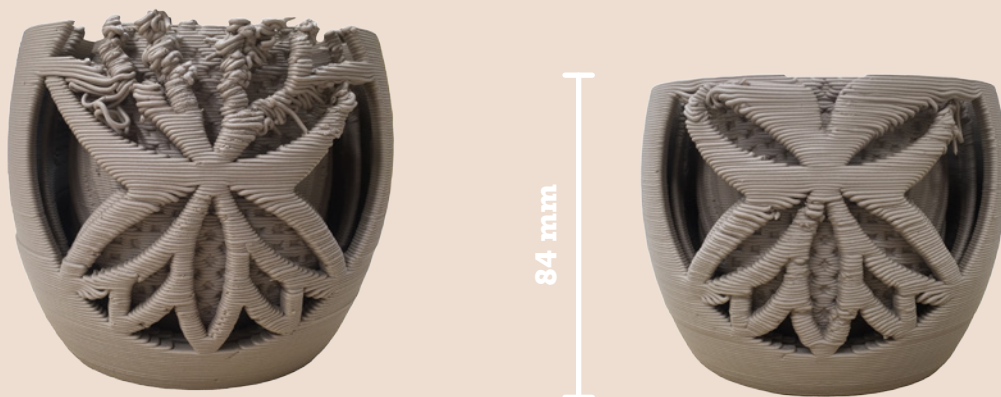


Figura 91 - Evolução formal da peça 1: ensaio I e J.

Ou seja, as otimizações feitas entre o ensaio H e I provaram não ser suficientes para concluir a impressão. Possivelmente este acontecimento estará relacionado com o facto de existirem diferenças entre os pontos de contacto, ou pelas pétalas superiores não serem sustentadas na sua construção pelas paredes laterais, tal como acontece na zona inferior. Assim sendo, optou-se por transformar o desenho inicial numa taça (Ensaio J), removendo a zona das pétalas superiores. Apesar de não ser possível manter o desenho original até ao fim, o insucesso desta impressão contribuiu para uma melhor compreensão dos limites da tecnologia de *Robocasting*.



Figura 92 - Sumatório dos ensaios da Peça 1.



Figura 93 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: vista frontal.



Figura 94 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: pormenor das peças encapsuladas.



Figura 95 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: vista de cima.



Figura 96 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado: pormenor das pétalas inferiores.



Figura 97 - Ensaio J após a segunda cozedura, com vidrado.

Peça 2

Anexo B

Relativamente aos ensaios da peça 2, estes revelaram desde logo problemas com a estabilidade da parede externa pela queda de uma das paredes laterais; este acontecimento ocorreu durante o processo de secagem ou ainda no decorrer da impressão.

Os testes de B a E vieram revelar que a utilização do bico de 0,8 mm acrescentava mais definição aos detalhes no exterior e interior da peça. No entanto o tempo de construção elevado fez com que o fenómeno de secagem ocorresse ainda antes da adesão da camada seguinte, o que veio acentuar o problema descrito anteriormente.

Assim, nos ensaios F e G optou-se pelo bico de 1,5 mm o que possibilitou a impressão completa da parede externa, tal como se pode verificar pela imagem do ensaio G. Um dos parâmetros que sofreu variações entre os ensaios E e F foi o *"Z Seam Alignment"* que define o ponto onde determinada camada vai iniciar e terminar o seu percurso. Foi possível concluir que a utilização da opção *"Sharpest Corner"* apresenta melhores resultados comparativamente à utilização da opção *"Random"* (utilizada no ensaio E).



Figura 98 - Evolução da impressão da peça 2: ensaio B a G.

No que refere às alterações formais, estas estiveram relacionadas com o aumento do ângulo na abertura do lado esquerdo, de modo a permitir que a união entre as paredes decorresse de forma gradual, como se pode verificar no desenho (Figura 99). Entre os ensaios B e G não existiram mais reformulações ao desenho.

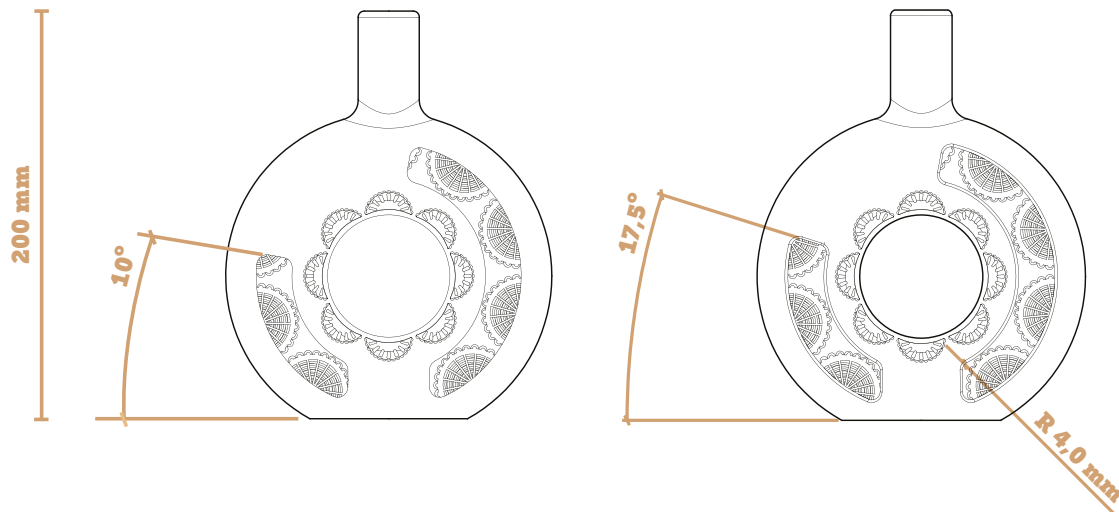


Figura 99 - Alterações formais da peça 2 (1ª série de ensaios): modelo utilizado no ensaio B a G, à direita.

Ensaio F



Ensaio G



Segunda série de ensaios para a peça 2: Reformulação do desenho com base na retração e deformação

A criação de novos produtos cerâmicos caracteriza-se por uma sucessiva repetição de ensaios e reformulações ao desenho. Muitas vezes essas alterações não se devem apenas à retração do material, mas também pelas deformações provocadas pela alta temperatura a que este é sujeito durante a segunda cozedura.

Tal como se pode verificar na Figura 100, a peça sofreu uma retração global situada entre os 15-20%, acrescentando ainda a deformação mais acentuada no eixo Z, que provocou uma diferença de 30% no centro da peça face ao desenho inicial.

Tendo por consideração os resultados obtidos, procedeu-se à alteração da forma aumentando o seu tamanho, e provocando o alongamento mais acentuado no eixo Z (Figura 101) de modo a que, aquando da cozedura de alta temperatura, esta atinja a forma circular que foi idealizada desde o início.

Repetiu-se novamente a impressão desta peça, mas desta vez com as alterações já feitas ao desenho (Figura 102).

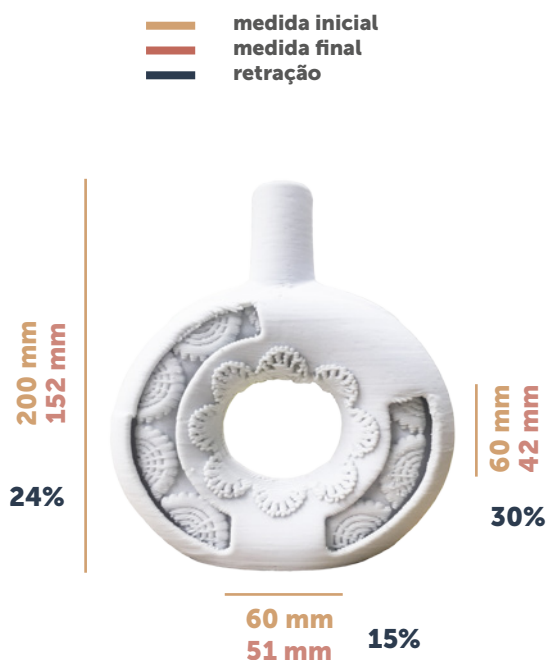


Figura 100 - Retração após a segunda cozedura.

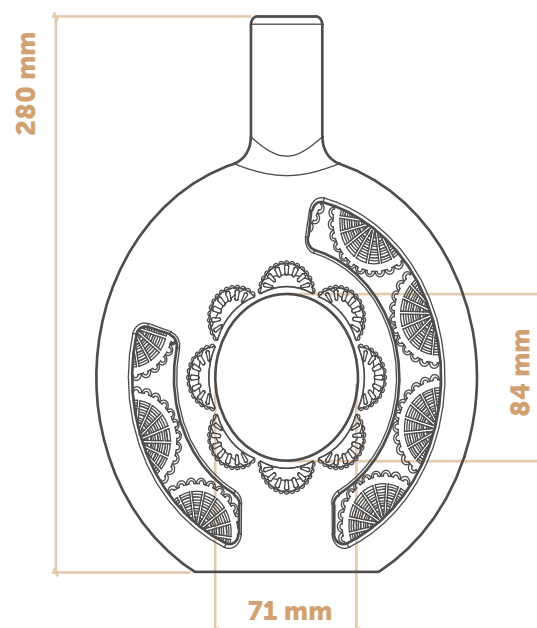


Figura 101 - Compensações feitas ao desenho.



Figura 102 - Ensaio H, com as compensações feitas ao desenho.

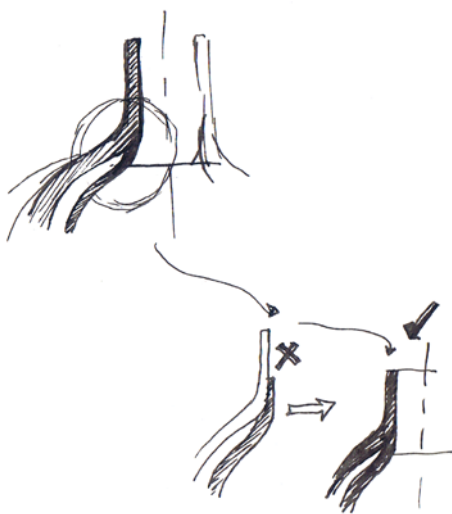


Figura 103 - Esboços com possíveis soluções para o problema observado no ensaio H, na zona do gargalo.

No fim da impressão pôde verificar-se que o aumento da peça provocou algumas deformações, influenciadas pelo aumento de peso na zona do gargalo. Com base nestas reflexões, alterou-se novamente o desenho diminuindo o ângulo de curvatura entre o corpo e o gargalo, criando uma zona de ligação entre a peça interior e exterior, que servirá de suporte à parte superior da peça, tal como se pode verificar mais detalhadamente no desenho (Figura 104 - Detalhe C e D).

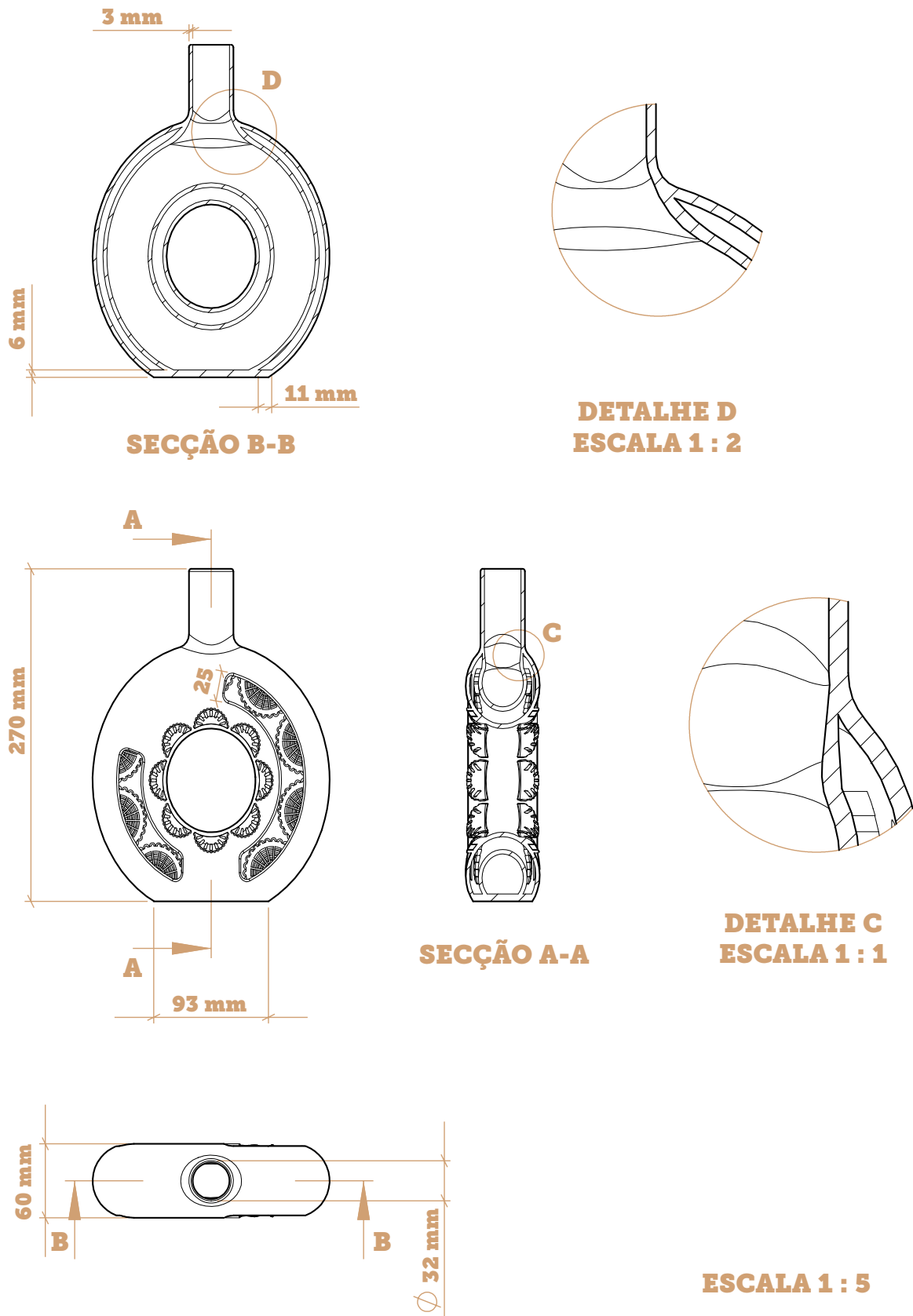


Figura 104 - Reformulações feitas ao desenho.



Figura 105 - Ensaio H, com as reformulações feitas ao desenho.

Os resultados demonstrados pela Figura 105 revelam que as otimizações feitas aos parâmetros de impressão e ao desenho, permitiram solucionar os defeitos na zona do gargalo identificados no ensaio H, possibilitando assim uma fácil repetibilidade da peça no futuro.

Observações pós-cozedura

Após a segunda cozedura e verificados os efeitos provocados pela deformação, confirmou-se que as compensações feitas ao desenho permitiram que a peça atingisse a forma idealizada inicialmente, sendo a margem de erro de apenas 2 mm na zona central da peça. Para além disso, as deformações visíveis no primeiro ensaio desta segunda série já não se verificaram. Desta forma, com a otimização do desenho e dos parâmetros de impressão, foi possível repetir a impressão desta peça para proceder aos testes com vidro, e passar para o segundo nível de experimentação, neste caso com pasta de cor.



Figura 106 - Ensaio I, após a segunda cozedura, em *biscuit*: vista frontal com medidas finais.



Figura 107 - Ensaio I (em baixo) e Ensaio G (em cima), em *biscuit*.



Figura 108 - Ensaio I, em *biscuit*.



Figura 109 - Ensaio I, em *biscuit*: pormenor rendas.



Figura 110 - Peça 2, com vidrado.



Figura 111 - Peça 2, com vidrado: vista frontal.



Figura 112 - Peça 2 com junção de pasta de porcelana branca e azul.

Ensaios com cor

Partindo da fonte de inspiração para este trabalho, a Faiança de Coimbra, e sendo que esta era maioritariamente reconhecida pela união do branco da faiança com o azul da decoração, considerou-se pertinente a junção de pasta de porcelana branca com pasta de porcelana com cor.

Durante o decorrer da impressão constatou-se que o controlo das variações na pasta seria dificultado pelo facto de se estar a trabalhar com duas composições diferentes (uma com corante e outra sem), o que provocou alguns defeitos e irregularidades na superfície da peça (Figura 112).

As duas pastas foram carregadas no cilindro de forma intercalada – ora branco ora azul, e assim sucessivamente – de modo a produzir um efeito de sobreposição de diferentes cores em cada camada. Embora tenha sido propositada a junção de pastas com cores distintas, verificou-se que estas começaram a misturar-se à medida que iam sendo pressionadas pelo êmbolo durante a impressão, criando diferentes tons e degradês ao longo da peça. Visto que este não é um efeito calculado e controlado, existe aqui um fator de aleatoriedade muito interessante do ponto de vista criativo sendo que todas as peças serão diferentes e irrepetíveis.

Aplicação de vidro transparente e resultados pós-cozedura

Após a cozedura de chacota, e pelo facto de as peças terem uma mistura de duas pastas, foi aplicado um vidro transparente com uma densidade menor, que permitisse a formação de uma camada de vidro menos espessa, de modo a evidenciar os detalhes e pormenores da peça e o efeito de camada sobre camada, considerado como uma característica identificativa do processo utilizado.

De seguida a peça foi colocada no forno para a segunda cozedura, a alta temperatura, sendo possível visualizar o resultado na Figura 113. A Figura 114 realça o efeito criado na base pela mistura de pasta com e sem corante.



Figura 113 - Peça 2 com junção de pasta de porcelana branca e azul, após cozedura e vidrada.



Figura 114 - Pormenor da sobreposição de camadas.



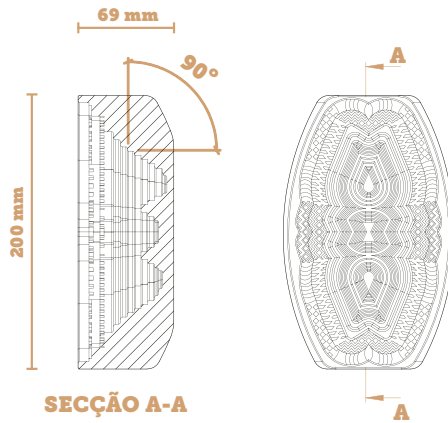
Figura 115 - Pormenor das rendas.



Figura 116 - Sumário dos ensaios da peça 2.

Peça 3

Anexo C

**Figura 117** - Desenho inicial da peça 3.

Por fim, os ensaios da peça 3 permitiram retirar conclusões sobre algumas questões que ainda não tinham sido levantadas durante a impressão das duas peças anteriores. Em primeiro lugar, o ensaio A (Anexo C) permitiu refletir sobre a importância da quantidade de pasta que é colocada no cilindro. Aqui verificou-se que, devido ao efeito de migração da água, não foi possível concluir a impressão porque a pasta que ainda se encontrava no cilindro tornou-se demasiado dura para ser extrudada. Ou seja, nas impressões futuras colocou-se uma maior quantidade de pasta para que, mesmo com a repetição deste fenómeno, se possa concluir a impressão.

Em segundo lugar, a utilização de “infill” provocou defeitos na superfície exterior (Ensaio B). Para além disso, e terminada a segunda cozedura, surgiram bastantes fissuras na base da peça; este facto poderá estar relacionado com o “infill”, pois a sua utilização pode provocar um aumento de tensões durante a cozedura.

**Figura 118** - Ensaio B da peça 3: comparação entre os resultados da impressão e da segunda cozedura.

Para minimizar o defeito causado pela utilização de “infill”, experimentou-se aumentar a espessura de parede (ensaio C); apesar de se ter conseguido minimizar os danos, surgiram outros defeitos na parte de trás da peça. Estes podem estar relacionados com a variação de material depositado naquela zona, em comparação com a restante peça. Para além disso, após a vidragem e consequente segunda cozedura, verificaram-se bastantes fissuras ao longo da peça (assinalado a azul).

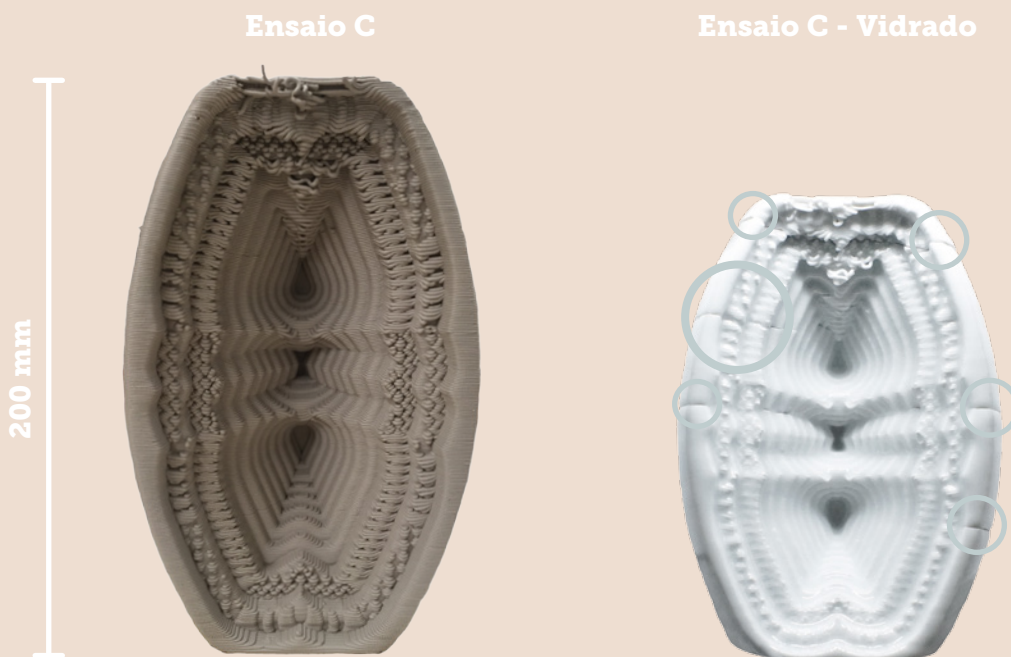


Figura 119 - Peça 3: ensaio C em verde (à esquerda) e vidrado (à direita).

Para o ensaio D, os ângulos internos foram alterados de 90° (Figura 120) para aproximadamente 30°; esta alteração fez com que não houvesse necessidade de “infill”, que houvesse uma alteração significativa ao peso da peça, assim como uma diminuição da intensidade das fissuras. O objetivo do peso foi alcançado, visto que a peça resultante do ensaio B pesa 943 g (após a 2ª cozedura) enquanto que a peça do ensaio D pesa 658 g.

Para perceber se essas fraturas estariam relacionadas com a orientação de impressão, experimentou-se imprimir a peça horizontalmente (ensaio E), com uma ligeira alteração ao desenho, nomeadamente, na profundidade da peça.

A impressão nesta orientação mostrou desde logo problemas na construção da peça, como se pode verificar pelos espaços vazios (criados pela queda de filamento devido à falta de suporte) e pela falta de rigor nas zonas com detalhe. Por outro lado, os degraus no interior da peça apresentaram maior definição, e a diminuição da dimensão da peça melhorou a sua ergonomia. Neste ensaio, foi possível diminuir o peso total da peça para 620 g; é de referir que o peso do ensaio E foi feito não com a peça em *biscuit*, mas sim com vidro.

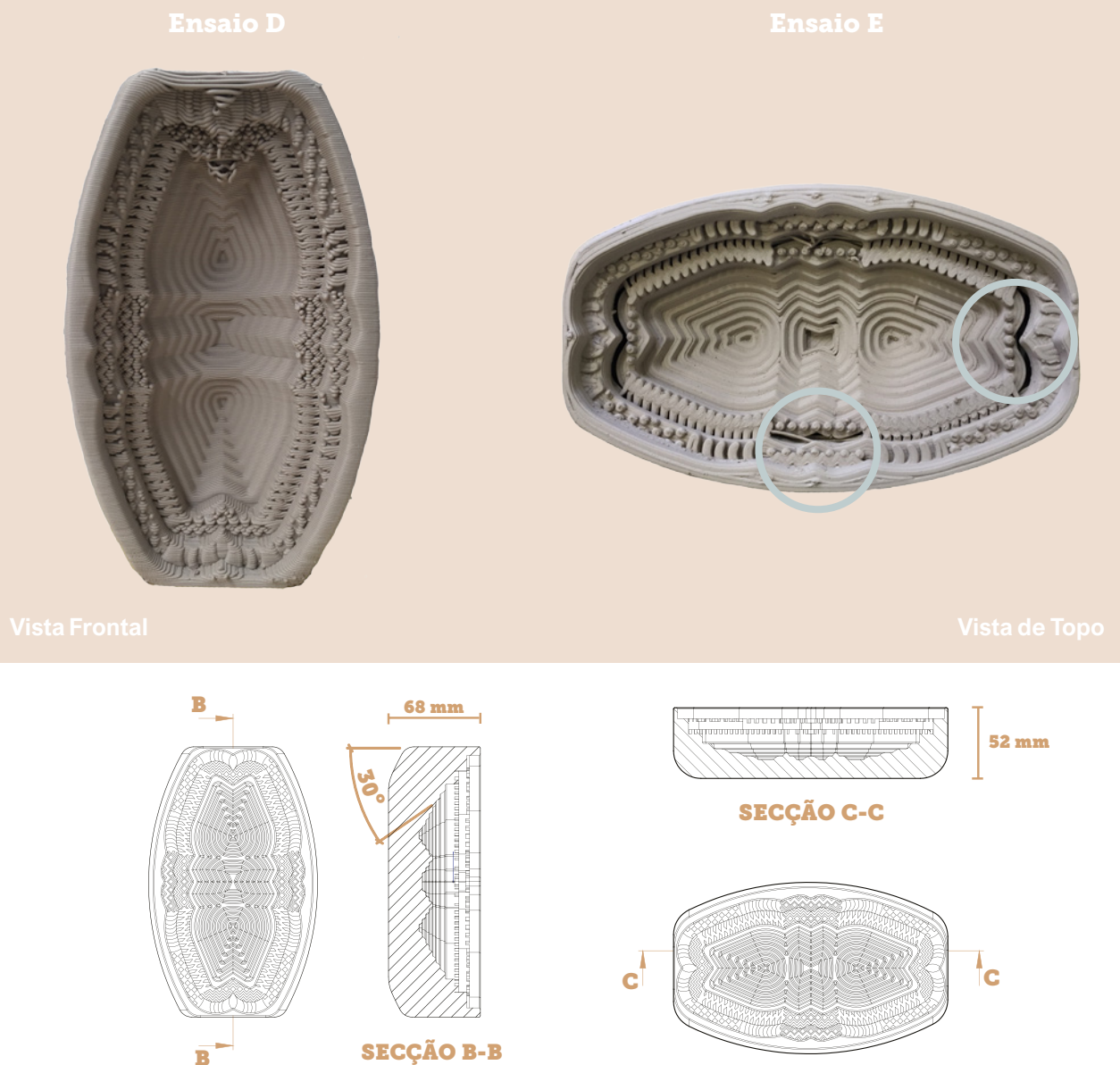


Figura 120 - Peça 3: ensaio D e E e desenhos correspondentes (em baixo).

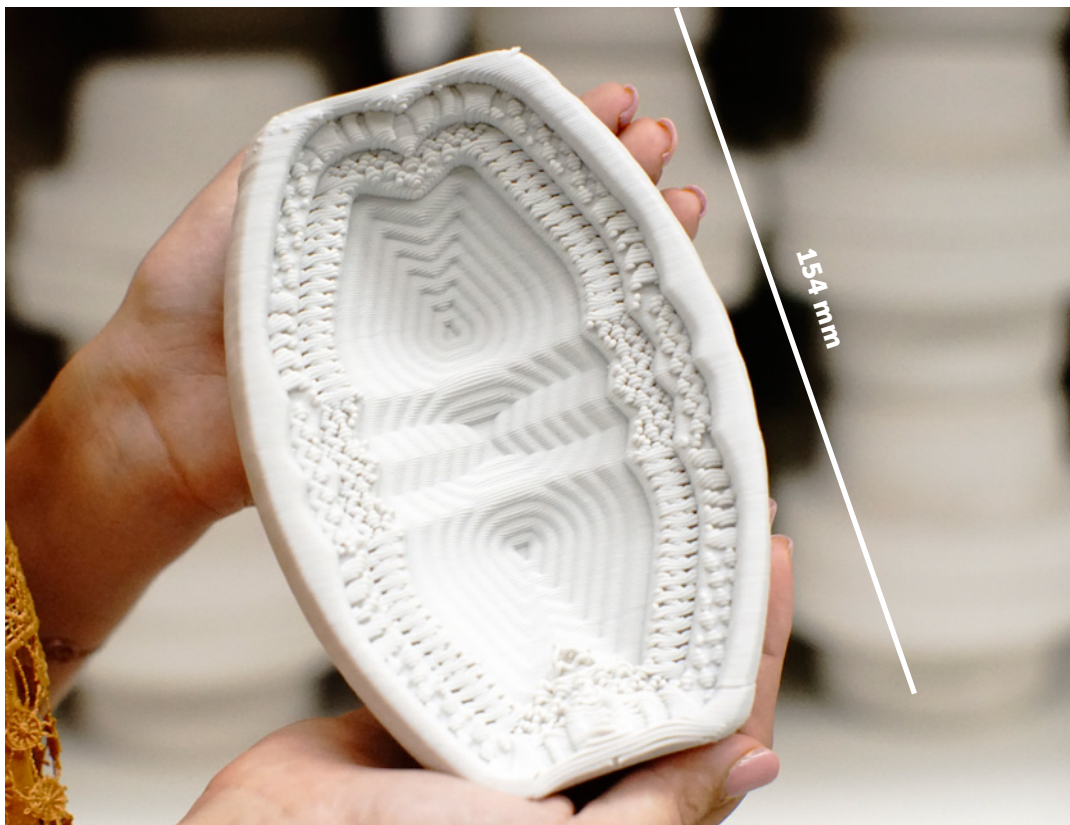


Figura 121 - Ensaio D, após a cozedura, em *biscuit*.

Para além disso, a retração do comprimento da peça não foi tão acentuada, visto que apenas reduziu para os 174 mm (Figura 122).



Figura 122 - Ensaio E, após a cozedura, com vidrado.

6.3.3. Considerações sobre o desenho e impressão das peças

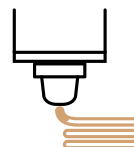
O conjunto de considerações redigido em seguida tem como objetivo auxiliar o processo de desenvolvimento de novas peças para o *Robocasting*. Não se pretende que estas sejam tomadas como regras absolutas, mas sim como um conjunto de conselhos que ajudam a potencializar ao máximo as vantagens desta tecnologia, facilitando o processo de design e prevenindo a repetição dos mesmo erros.

É importante referir que as considerações aqui relatadas são baseadas nos resultados obtidos através dos testes de impressão das três peças propostas, tendo em ponderação não só o desenho das peças, mas também: a particularidade da pasta de porcelana da Costa Verde, e os problemas relacionados com a migração da água; a tecnologia de manufatura aditiva utilizada, o *Robocasting*; a impressora utilizada (DELTA 4070 PRO da WASP); e os bicos disponíveis para extrusão, de 0,8 mm, 1 mm, 1,5 mm e 2 mm.



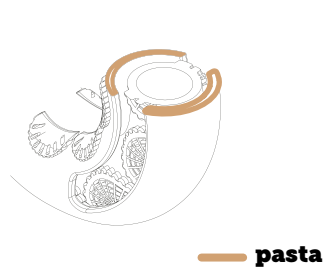
Altura da Camada

A altura da camada influencia o tempo de impressão e qualidade. Quanto menor a altura de camada mais definição terá a peça, mas mais demorada será a impressão e vice-versa.



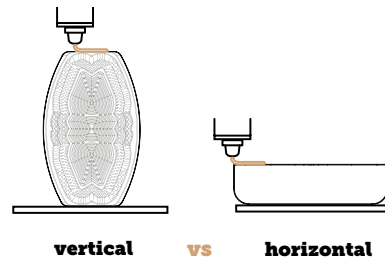
Diâmetro do Bico

A utilização de um bico com diâmetro menor acrescenta mais detalhe. O diâmetro do bico deve ser conjugado com a espessura de parede e o número de passagens desejadas em cada camada.



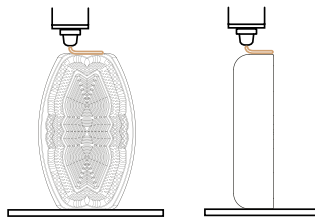
Número de passagens

O mínimo de passagens testado neste projeto foi de duas passagens com o bico de 1,5 mm. No entanto não se testou ainda a estabilidade da peça com outros diâmetros.



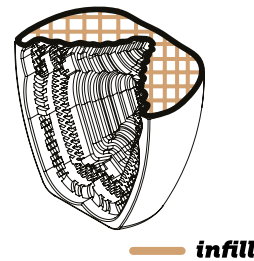
Orientação da Peça

Escolher uma orientação que confira estabilidade à peça durante a impressão e que tenha o máximo de contacto com a base. Diferentes orientações resultam em diferentes níveis de definição.



Posição da Peça

No decorrer da impressão, os movimentos da cabeça extrusora podem causar deformações. Aconselha-se a experimentação de diferentes posições na placa, com rotação segundo o mesmo eixo, de modo a identificar qual a posição que evidencia um menor número de movimentos bruscos e defeitos.



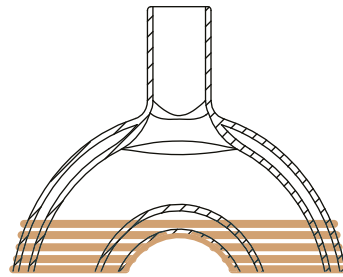
Utilização de "infill"

O "infill" permite o preenchimento da camada, podendo funcionar como suporte interno, conferindo mais estabilidade à peça, e permitindo a construção de ângulos com, por exemplo, 90° (tal como foi testado na peça 3). No entanto, a sua utilização pode: causar defeitos nas superfícies externas; contribuir para uma criação de tensões durante a cozedura, resultando em fraturas; e contribuir para o aumento de peso da peça.



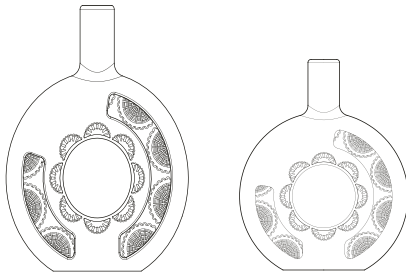
Ângulos

Aconselha-se a utilização de ângulos entre os 10° e os 35° , aproximadamente.



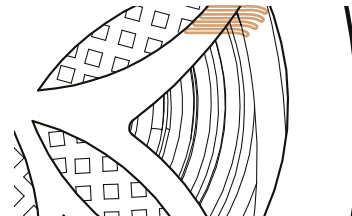
Construção sem suportes

É possível a impressão sem suportes desde que a união entre as diferentes partes seja construída de forma gradual.



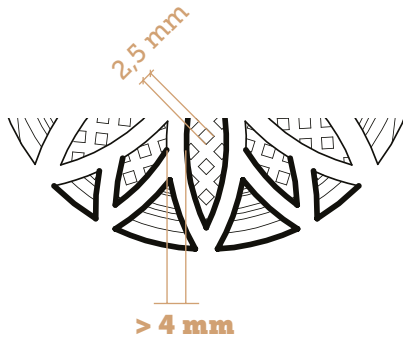
Retração e deformação

Ter em consideração as retrações e deformações da peça, e a sua variação nos diferentes eixos.



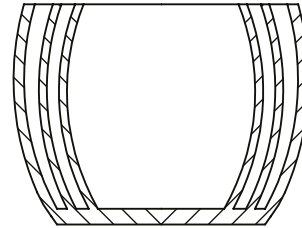
Pontos de apoio

A construção de colunas finas deve ser apoiada para prevenir que os movimentos da cabeça provoquem danos, como por exemplo a inclinação da coluna e queda de filamento.



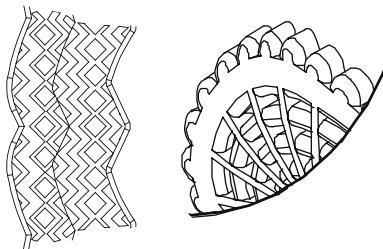
Colunas finas e detalhes

Não foi possível a construção de colunas com arestas inferiores a 4 mm; nos detalhes foi possível geometrias com 2,5 mm.



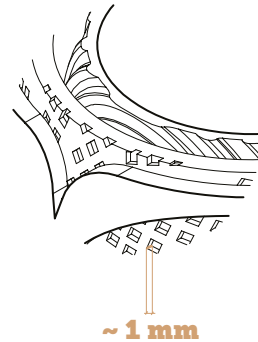
Peças encapsuladas

Permite a conceção de peças com partes encapsuladas no seu interior.



Detalhes e geometrias complexas

É possível a conceção de peças complexas e detalhadas, difíceis de serem produzidas por outros métodos de produção.



Detalhes minuciosos

Foi possível obter detalhes com apenas 1 mm de profundidade.

Outras considerações...

- Ter em atenção a limpeza do bico durante a impressão; verificar se não existe pasta acumulada no bico, o que pode causar defeitos na peça ao impedir que a pasta saia corretamente ou danificando a superfície com a libertação de pasta acumulada seca;
- A mistura de pastas diferentes pode provocar irregularidades na pasta durante a impressão;
- Se as peças forem vidradas: criar espaço suficiente entre superfícies para não haver acumulação de vidro.

■ 6. 4. Adaptação do conceito em serviço de mesa

Visto que o mercado da Costa Verde se centra na produção de peças para Hotelaria e Restauração, considerou-se pertinente o desenvolvimento de uma peça que pudesse vir a integrar facilmente este segmento, mas produzida através de *Robocasting*. O objetivo é demonstrar que esta tecnologia pode trazer um valor acrescentado, por exemplo através da criação de um serviço de mesa que utilize maioritariamente os processos produtivos da empresa, mas que possa integrar uma ou mais peças produzidas exclusivamente por *Robocasting*.

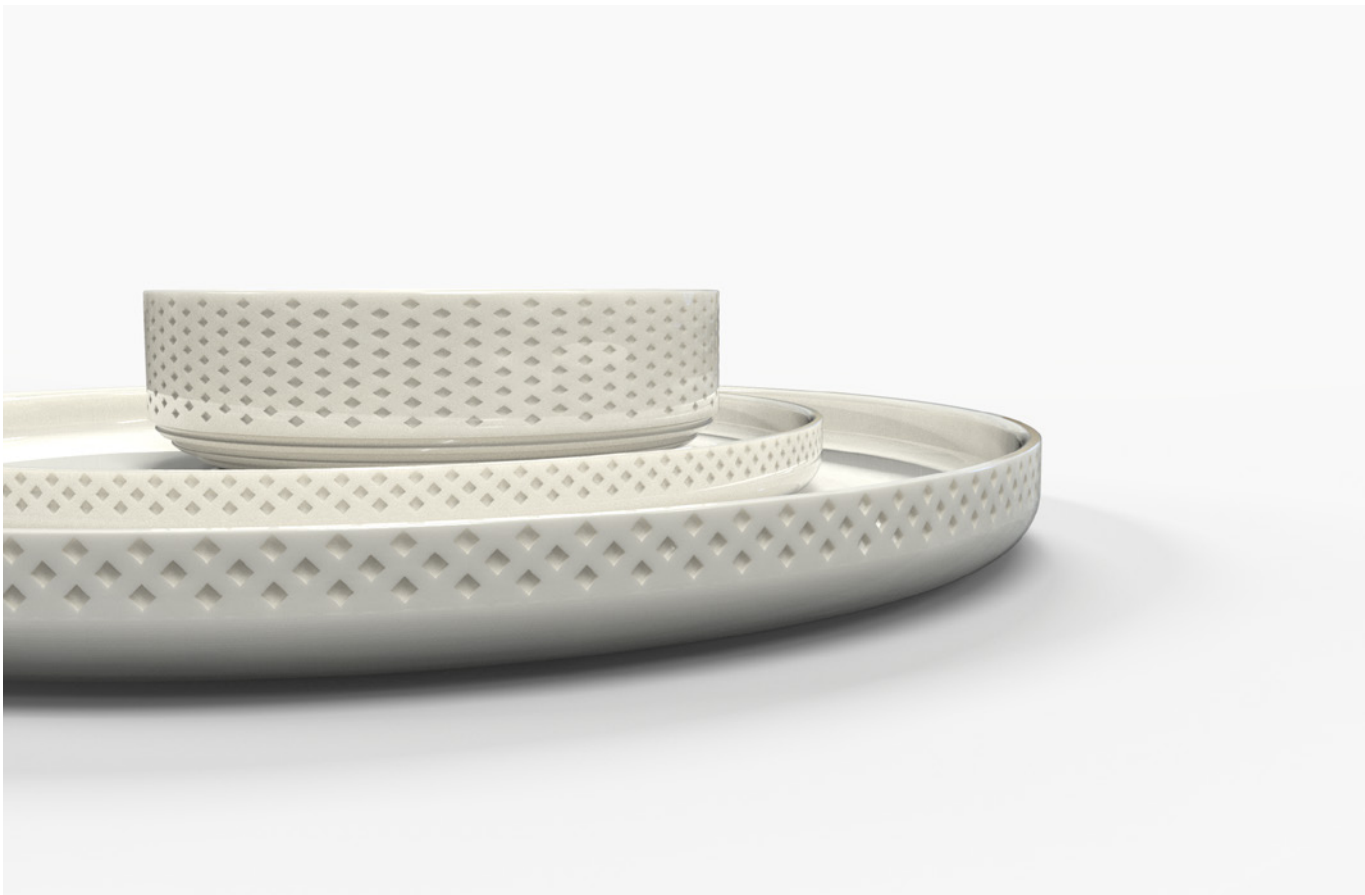


Figura 123 - Conceito para serviço de mesa. Fotorrealismo.

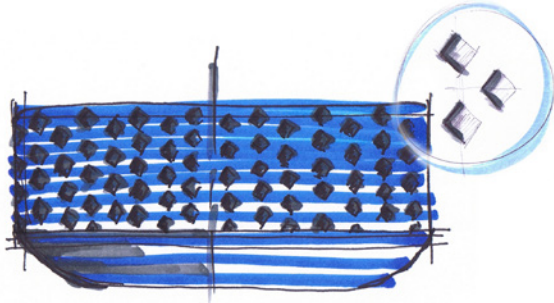


Figura 124 - Esboço da taça.

Assim, a partir dos desenhos e dos ensaios feitos anteriormente, desenhou-se uma taça com um padrão semelhante ao da peça 1. Através das conclusões retiradas durante os ensaios das peças 1, 2 e 3, foi possível desenhar uma peça otimizada, de forma a que o primeiro ensaio de impressão decorresse com sucesso. Ou seja, os ângulos na base foram desenhados de maneira a que o crescimento da peça fosse progressivo, assim como as reentrâncias, que foram pensadas de modo a não ultrapassar os limites da tecnologia e da pasta.

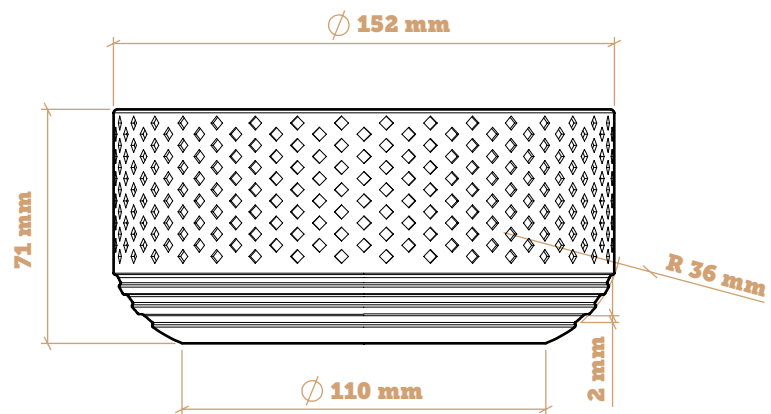


Figura 125 - Proposta de taça para integrar serviço de mesa: desenho.

Como se pôde verificar (Figura 126), o primeiro ensaio de impressão revelou que as considerações tomadas durante o desenho desta peça tinham sido bem dimensionadas, visto que se conseguiu obter uma peça inteira e sem defeitos. Apesar do segundo ensaio envolver a mistura de duas pastas (normal e cor azul), não se verificaram os problemas registados anteriormente (na impressão da peça 2), relacionados com a variação da pasta durante o tempo de impressão. Este acontecimento poderá estar relacionado com o facto de a pasta com corante ter repousado durante mais tempo e, por consequência, ter perdido alguma humidade, ou então, pelo menor grau de complexidade desta peça (comparativamente à peça 2).

A vantagem da produção desta peça por *Robocasting* prende-se com a possibilidade de ter relevo tanto na parte exterior da peça como na parte interior, algo que seria muito difícil de conceber pelos processos produtivos convencionais devido aos ângulos de saída.



Ensaio A



Ensaio B

Figura 126 - Resultado da pasta de porcelana branca (Ensaio A), e da mistura de pasta de porcelana branca com pasta com corante azul (Ensaio B).

Consultar Anexo D para mais informações sobre os parâmetros de impressão utilizados.

No contexto industrial da Costa Verde, a produção desta peça por *Robocasting* apresenta limitações, nomeadamente no tempo de produção de cada exemplar que, comparativamente aos processos convencionais, é bastante elevado. Porém, a introdução de peças deste cariz em futuras coleções ou, a aposta numa produção de pequenas séries de autor em cerâmica, com integração de peças produzidas em *Robocasting*, poderá posicionar a Costa Verde em novos mercados, reconhecendo-a como uma empresa vanguardista que aposta na investigação e inovação.



Figura 127 - Taça, após segunda cozedura, com vidrado: ensaio A (à direita) e B (à esquerda).



Figura 128 - Taça, ensaio A.



Figura 129 - Taça, ensaio B: vista frontal.

7. Conclusão

■ 7. 1. Considerações finais

O gosto pela cerâmica e as motivações pessoais que incentivaram o mote pelo qual esta dissertação se rege, foram extremamente importantes no decorrer do projeto.

Ao longo da construção do tema foram levantadas questões pertinentes desde o esquecimento e eventual perda de técnicas e produtos tradicionais portugueses, às vantagens das novas invenções tecnológicas na manufatura aditiva de cerâmicos, e de como podem estas duas áreas tão distintas beneficiar dos conhecimentos de cada uma na criação de produtos com maior valor acrescentado.

Em primeiro lugar, a identificação do designer como agente de mudança e a vontade de agir contra o esquecimento das práticas tradicionais, levaram a uma investigação aprofundada do que é a cerâmica e o que são os produtos chamados de tradicionalmente portugueses. Este estudo aprofundado permitiu a identificação da Faiança de Coimbra como um dos grandes representantes da arte portuguesa em extinção. Mais uma vez, as motivações pessoais e a ligação à cidade de Coimbra levaram à escolha deste produto como inspiração.

Em segundo lugar, a ligação do designer com a engenharia e, conseqüentemente com a tecnologia, conduziram a investigação sobre a manufatura aditiva de cerâmicos, percebendo as vantagens e desafios para cada uma das áreas.

A riqueza da investigação deu lugar a um projeto ambicioso de desenvolver peças inspiradas na Faiança de Coimbra, que pudessem espelhar não só os desafios formais, mas também os desafios do material e os limites da tecnologia. As três peças idealizadas corresponderam a três níveis de complexidade de modo a que, a partir de cada uma, pudessem ser retiradas o maior número de conclusões possíveis.

Antes de partir para os ensaios das peças, o conhecimento adquirido sobre o processo produtivo cerâmico foi de extrema importância, não só pessoal, mas principalmente como futura profissional, compreendendo o processo iterativo da

criação de peças em porcelana, e de todos os passos entre a concepção e a concretização de um produto.

A impressão das três peças por *Robocasting* permitiu aprofundar os conhecimentos sobre esta tecnologia, compreendendo as suas vantagens e limitações para a impressão de cerâmicos tradicionais, nomeadamente, a porcelana. Os diferentes níveis de complexidade correspondentes a cada peça foram sendo respondidos, quer pelas constantes reformulações ao desenho, quer pela alteração dos parâmetros de impressão, e ainda pela constatação dos limites da tecnologia. As formas complexas que implicariam gastos avultados com moldes, os detalhes minuciosos, a capacidade de imprimir peças com partes encapsuladas no interior são consideradas, neste momento, as grandes vantagens desta tecnologia. No entanto nem tudo é exequível, tal como se pôde verificar na realização dos ensaios da peça 1 pois, apesar das diferentes reformulações ao desenho, não foi possível imprimir a peça idealizada na totalidade. Porém, a constatação deste facto permitiu tomar conhecimento sobre os limites da tecnologia, servindo de base para futuros investigadores.

Todas as conclusões retiradas sobre os ensaios foram reunidas num conjunto de considerações sobre o desenho e a impressão das peças, funcionando como um resumo das questões mais relevantes no futuro desenvolvimento de peças em porcelana para *Robocasting*.

Apesar de não estar previsto inicialmente no projeto, o ambiente fabril a que a autora esteve sujeita durante o estágio curricular, despertaram o desejo de desenvolver mais uma peça. Neste caso, esta deveria ser pensada com o objetivo de responder ao mercado da Costa Verde, podendo vir a ser integrada numa futura coleção de *tableware*. A sua criação foi influenciada pelas considerações sobre o desenho e impressão em *Robocasting*, referidas anteriormente. Embora as vantagens desta tecnologia sejam visíveis, não podem ser esquecidas as suas desvantagens como por exemplo, a baixa produção de exemplares. Este fator pode ser visto não de uma forma depreciativa mas como um potencial de inovação, dando ênfase à criação de peças de autor em cerâmica.

Por fim, é importante referir que o resultado deste projeto é de grande satisfação pessoal, visto que foi possível materializar mais peças do que as que estavam idealizadas inicialmente. O desenvolvimento deste projeto no âmbito de uma equipa multidisciplinar, que contou com designers e engenheiros a trabalhar juntos para o mesmo fim, foi o elemento chave para a realização desta dissertação e a prova viva de que estas áreas podem, e devem trabalhar juntas para a criação de produtos com maior valor acrescentado.

■ 7. 2. Trabalhos Futuros

Tal como foi referido anteriormente, foi despoletada a questão da integração de peças produzidas por *Robocasting* numa linha de *tableware* para a empresa Costa Verde. Seria interessante estudar futuramente o desenvolvimento de uma coleção, que pudesse conjugar os processos convencionais com as novas tecnologias de manufatura aditiva. Para além disso, a criação e implementação de um plano de negócios, assim como a aceitação por parte do mercado são também aspetos importantes a abordar.

Outra questão que foi apontada durante a dissertação está relacionada com a manufatura social, na qual o cliente está completamente envolvido no processo de desenvolvimento dos produtos. Seria interessante a criação de um serviço que pudesse favorecer este processo de cocriação e de ligação entre consumidor, designer e produtor.

Referências Bibliográficas

segundo a norma NP 405

AGRAWAL, Aman - **Computation Biology and its use in Design: Transcription and translation of human DNA into Artificial life forms** [Em linha]. Madrid : [s.n.] Disponível em WWW:<URL:<https://www.researchgate.net/publication/327103796>>.

AGRAWAL, Aman - **mRna**. [Em linha], atual. 2019. [Consult. 28 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://creativemutation.com/mrna>>.

ALEXANDRE, C. B. *et al.* - New design and manufacturing technologies for craft products. **Procedia Manufacturing**. ISSN 23519789. 13:2017) 1284–1291. doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.054.

ATTARAN, Mohsen - The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing. **Business Horizons**. ISSN 00076813. 60:5 (2017) 677–688. doi: 10.1016/j.bushor.2017.05.011.

BARATA, João; SILVA, Francisco; ALMEIDA, Marisa - Ceramic Industry 4.0: Paths of Revolution in Traditional Products. Em **Technological Developments in Industry 4.0 for Business Applications**. [S.l.] : IGI Global, 2018. ISBN 9781522549369. p. 278–303.

BARROS, Maria Antonieta Fernandes Teixeira De - **Guia de artesanato do Norte de Portugal** [Em linha]. [S.l.] : Instituto Politécnico de Bragança, 2016 [Consult. 20 out. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/13094>>.

BISARRO CERAMICS - **Bisarro Ceramics** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 23 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.bisarro.pt/>>.

BORDALLO PINHEIRO - **Bordallo Pinheiro. História e Valores da Marca | Bordallo Pinheiro** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 25 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://pt.bordallopinheiro.com/bordallo-pinheiro?fullview=true>>.

BORGES, Sandra - Design salva tradição da olaria preta de Bisalhães. **Jornal de Notícias**. [Em linha] (16 out. 2016). . Disponível em WWW:<URL:<https://www.jn.pt/local/noticias/vila-real/vila-real/interior/design-salva-tradicao-da-olaria-preta-de-bisalhaes-5445817.html>>.

CALADO, A.; SOEIRO, A. - **Lista de Produtos Tradicionais Portugueses** [Em linha] [Consult. 25 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://qualificaportugal.pt/publicacoes/textos-tecnicos/>>.

CARVALHO, João António Nogueira - **Cerâmica 3D: sistemas digitais para a personalização do desenho e fabrico de componentes arquitetónicos** [Em linha]. [S.l.] : Universidade do Minho, 2018 [Consult. 30 mai. 2018]. Disponível em WWW:<URL:<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/54710>>.

CASIMIRO, Tânia Manuel - **Faiança portuguesa nas Ilhas Britânicas (dos finais do século XVI aos inícios do século XVIII)** [Em linha]. [S.l.] : Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 2010 [Consult. 26 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://run.unl.pt/handle/10362/5537>>.

CASIMIRO, Tânia Manuel - Faiança portuguesa: datação e evolução crono-estilística. **Revista Portuguesa de Arqueologia**. [Em linha] 16:2013) 351–367. [Consult. 21 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.patrimoniocultural.gov.pt/static/data/publicacoes/rpa/rpa16/19_351-367.pdf>.

CENTRO REGIONAL DE APOIO AO ARTESANATO; VICE-PRESIDÊNCIA DO GOVERNO DOS AÇORES - **Faiança** [Em linha], atual. 2016. [Consult. 30 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<http://artesanato.azores.gov.pt/artesanato/ceramica/faianca/>>.

CHEN, Zhangwei *et al.* - 3D printing of ceramics: A review. **Journal of the European Ceramic Society**. 39:4 (2019) 661–687. doi: 10.1016/J.JEURCERAMSOC.2018.11.013.

COSTA, Eduardo Castro E; DUARTE, José Pinto; BÁRTOLO, Paulo - A review of additive manufacturing for ceramic production. **Rapid Prototyping Journal**. ISSN 13552546. 23:5 (2017) 954–963. doi: 10.1108/RPJ-09-2015-0128.

COSTA, Jacinta Casimiro Da - O design e a valorização de produtos, territórios e identidades. Em PORTAS DA BILA – ASSOCIAÇÃO CÍVICA E CULTURAL (Ed.) - **Anuário 2016** [Em linha]. Vila Real : Eras Edições, 2016 [Consult. 9 fev. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/17321>>. ISBN 978-989-99832-5-0. p. 235–244.

COSTA VERDE - **Sustentabilidade - Costa Verde** [Em linha], atual. 2019a. [Consult. 1 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://costa-verde.com/sustentabilidade/>>.

COSTA VERDE - **Costa Verde** [Em linha], atual. 2019b. [Consult. 13 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://costa-verde.com/costaverde/>>.

COSTA VERDE - **Design - Costa Verde** [Em linha], atual. 2019c. [Consult. 13 mai. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://costa-verde.com/sustentabilidade/design/>>.

DECKERS, J.; VLEUGELS, J.; KRUTH, J. P. - Additive manufacturing of ceramics: A review. **Journal of Ceramic Science and Technology**. ISSN 21909385. 05:04 (2014) 245–260. doi: 10.4416/JCST2014-00032.

DESIGN COUNCIL - **The Design Process: What is the Double Diamond? | Design Council** [Em linha], atual. 2005. [Consult. 15 abr. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>.

DILBEROGLU, Ugur M. *et al.* - The Role of Additive Manufacturing in the Era of Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**. ISSN 2351-9789. 11:2017) 545–554. doi: 10.1016/J.PROMFG.2017.07.148.

ELYSEU, José; SIMÕES, Carlos - **Rosa Ramalho** [Em linha]. Portugal : RTP 1, 1968, atual. 1968. [Consult. 16 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://arquivos.rtp.pt/conteudos/rosa-ramalho/>.

EMERGING OBJECTS - **Bad Ombres v.2** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 24 set. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.emergingobjects.com/project/bad-ombres-v-2/>.

EMERGING OBJECTS - **Cabin of 3D Printed Curiosities** [Em linha], atual. 2018. [Consult. 28 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.emergingobjects.com/project/cabin-of-3d-printed-curiosities/>.

EMERGING OBJECTS - **Emerging Objects - About** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 13 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.emergingobjects.com/about/>.

EVANGELISTA, Maria Da Conceição - Alguns Aspetos Técnicos e Tecnológicos. Em **Porcelana, Grés Fino, Faiança e Olaria de Barro**. Lisboa : Banco de Fomento Nacional, 1984. p. 57–61.

FAGUNDES, Arlindo - **Manual Prático de Introdução à Cerâmica**. 2.^a edição ed. Lisboa : Editorial Caminho, 1997. ISBN 972-21-1123-X.

FERNANDES, Isabel Maria - Rosa Ramalho: as minhas mãos são o nosso mundo. Em **Figurado português: de santos e diabos está o mundo cheio** [Em linha]. Porto : Civilização Editora, 2005 [Consult. 20 out. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://hdl.handle.net/1822/12308>. ISBN 972-26-2393-1. p. 25–33.

FERREIRA, Ângela Augusta De Sá; NEVES, Maria Manuela; RODRIGUES, Cristina S. - Perspectivas do papel do design no artesanato. Em **XXII Jornadas Luso - Espanholas de Gestão Científica – Sociedade, Territórios e Organizações: Inclusões e Competitividade** [Em linha]. Vila Real : Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), 2012 [Consult. 10 dez. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://hdl.handle.net/1822/25913>.

FONSECA, António Tomás Da - **Tecnologia do Processamento Cerâmico**. 1 a ed. Lisboa : Universidade Aberta, 2000. ISBN 972-674-320-6.

FORD, Simon; DESPEISSE, Mélanie - Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. **Journal of Cleaner Production**. ISSN 09596526. 137:2016) 1573–1587. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.04.150.

FORMIGO, Filipa Antunes - **Estudo decorativo, morfológico e tecnológico da faiança de Coimbra** [Em linha]. [S.l.] : Instituto Politécnico de Tomar, 2015 [Consult. 10 out. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/8280>.

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN - **Prémio Vilalva vai para Coimbra** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 8 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://gulbenkian.pt/noticias/premio-vilalva-vai-para-coimbra/>.

GASPAR, Christopher Philippe - **O património industrial na baixa de Coimbra: 3 casos de edifícios fabris devolutos** [Em linha]. [S.l.] : Universidade de Coimbra, 2013 [Consult. 16 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://hdl.handle.net/10316/24313>.

GEBISA, A. W.; LEMU, H. G. - Design for manufacturing to design for Additive Manufacturing: Analysis of implications for design optimality and product sustainability. **Procedia Manufacturing**. ISSN 23519789. 13:2017) 724–731. doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.120.

HARDIE, Jack; HARDIE, Joan - **Printed Pots | About** [Em linha], atual. 2017. [Consult. 3 abr. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.printedpots.co.uk/about/>.

HERPT, Olivier Van - **About - Olivier van Herpt** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 3 abr. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://oliviervanherpt.com/about/>.

HOWARTH, Dan - **Neri Oxman develops glass 3D printing technique** [Em linha]. [S.l.] : Dezeen, 2015, atual. 26 ago. 2015. [Consult. 6 fev. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.dezeen.com/2015/08/26/neri-oxman-3d-printing-transparent-glass-sculptural-structures-mediated-matter-mit-media-lab/>.

ISO/ASTM INTERNATIONAL - **ISO/ASTM 52900:2015 [ASTM F2792] - Additive manufacturing - General principles - Terminology** [Em linha], atual. 2015. [Consult. 18 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-1:v1:en>.

JOHNSTON, Lucy - **Digital Handmade: Craftsmanship in the New Industrial Revolution**. London : Thames & Hudson Ltd., 2017. ISBN 978-0-500-29313-3.

LACEY, Emma - Contemporary Ceramic Design for Meaningful Interaction and Emotional Durability: A Case Study. **International Journal of Design**. London. 3:2 (2009) 87–92.

LEÃO, Ramiro; SAMPAIO, Jorge Pereira De - **100 Peças de Faiança dos Séculos XVIII e XIX na Coleção Pereira de Sampaio** [Em linha]. [S.l.] : Ramiro Leão, 2012 [Consult. 15 fev. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://issuu.com/lina.durao/docs/livro_final>. ISBN 978-989-8308-17-7.

LEFTERI, Chris - **Ceramics: Materials for Inspirational Design**. Switzerland : RotoVision, 2003. ISBN 2-88046-668-7.

LEVY, Natasha - **Old Ceramic Society of Coimbra celebrates its 18th-century structure** [Em linha], atual. 25 abr. 2019. [Consult. 13 ago. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://www.dezeen.com/2019/04/25/old-ceramic-society-coimbra-luisa-bebiano-portugal/>.

NGO, Tuan D. *et al.* - Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. **Composites Part B: Engineering**. ISSN 13598368. 143:December 2017 (2018) 172–196. doi: 10.1016/j.compositesb.2018.02.012.

PRESIDÊNCIA DO GOVERNO DOS AÇORES - **Produtos artesanais Açores** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 30 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.azores.gov.pt/Gra/srrn-cets/conteudos/livres/Produtos+artesanais.htm>.

PROVIDÊNCIA, B.; CUNHA, Joana - Do artesão ao design de autor como metodologia. **VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design (CIPED)**. 2011).

QUEIRÓS, José; PINTO, Orlando Da Rocha; GARCIA, José Manuel - **Cerâmica Portuguesa e outros estudos**. 4ª ed. Lisboa : Editorial Presença, 2002. ISBN 972-23-2969-3.

REJESKI, David; ZHAO, Fu; HUANG, Yong - Research needs and recommendations on environmental implications of additive manufacturing. **Additive Manufacturing**. ISSN 2214-8604. 19:2018) 21–28. doi: 10.1016/J.ADDMA.2017.10.019.

RUIVO, Inês Secca - Artesanato e Design para a Sustentabilidade: um novo paradigma do Século XXI. Em **VIS - Publicações - Capítulos de Livros** [Em linha]. Évora : IEFP - Instituto do Emprego e Formação Profissional, 2011 [Consult. 20 out. 2018]. Disponível em WWW:<URL:http://hdl.handle.net/10174/4517>. ISBN 9789896380588

SALEMA, Isabel - Recuperação de olaria em Coimbra ganha prémio Vilalva. **Público**. [Em linha] (17 abr. 2019). [Consult. 8 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.publico.pt/2019/04/17/culturaipsilon/noticia/ceramica-antiga-coimbra-ganha-premio-vilalva-reabilitacao-1869567>.

SEBASTIAN, Luís Carlos Pereira - **A produção oleira de faiança em Portugal (séculos XVI-XVIII)** [Em linha]. [S.l.] : Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 2010 [Consult. 29 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://run.unl.pt/handle/10362/5562>.

SEBASTIAN, Luís Carlos Pereira; FORMIGO, Filipa Antunes - **A última olaria de faiança de Coimbra** [Em linha]. Lamego : Direção Regional de Cultura do Norte / Vale do Varosa, 2016 [Consult. 21 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.museudelamego.gov.pt/wp-content/uploads/2016/05/UltimaOlariaCoimbra_SEBASTIAN-FORMIGO.pdf>. ISBN 978-989-99516-1-7.

TANG, Yunlong; ZHAO, Yaoyao Fiona - A survey of the design methods for additive manufacturing to improve functional performance. **Rapid Prototyping Journal**. ISSN 13552546. 22:3 (2016) 569–590. doi: 10.1108/RPJ-01-2015-0011.

THE COMMITTEE ON CERAMIC PROCESSING - Report of the Materials Advisory Board Ad Hoc Committee on Ceramic Processing. Em **Ceramic Processing**. Washington : National Academy of Sciences, 1969. p. 1.

THOMPSON, Mary Kathryn *et al.* - Design for Additive Manufacturing: Trends, opportunities, considerations, and constraints. **CIRP Annals**. ISSN 0007-8506. 65:2 (2016) 737–760. doi: 10.1016/J.CIRP.2016.05.004.

TIIHONEN, Juha; FELFERNIG, Alexander - An introduction to personalization and mass customization. **Journal of Intelligent Information Systems**. 49:1 (2017) 1–7. doi: 10.1007/s10844-017-0465-4.

TOFAIL, Syed A. M. *et al.* - Additive manufacturing: Scientific and technological challenges, market uptake and opportunities. **Materials Today**. ISSN 18734103. 21:1 (2017) 22–37. doi: 10.1016/j.mattod.2017.07.001.

UNFOLD - **l'Artisan Électronique** [Em linha], atual. 14 mar. 2010. [Consult. 28 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://unfold.be/pages/l-artisan-electronique>.

UNFOLD - **Unfold - About** [Em linha], atual. 2019. [Consult. 13 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://unfold.be/pages/about>.

VALE, Clara Pimenta Do; LACERDA, Carlos; MORAIS, Lurdes - **Cerâmica Portuguesa: Tradição e Inovação** [Em linha]. [S.l.] : APICER - Associação Portuguesa das Indústrias de Cerâmica e de Cristalaria, 2016 [Consult. 10 out. 2018]. Disponível em WWW:<URL:https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/86654>. ISBN 978-989-95368-2-1.

VERBRUGGEN, Dries - The Digital Craftsman and His Tools. Em **All Makers Now?** Falmouth : Falmouth University, 2014. ISBN 978-0-9544187-9-3

VILARINHO, Paula M; *et al.* - Manufatura Aditiva: uma perspetiva tecnológica. **Ciência & Tecnologia dos Materiais**. ISSN 0870-8312. 31:1 (2019) 28–43.

VIÚVA LAMEGO - **History – Viúva Lamego** [Em linha], atual. 2018. [Consult. 25 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.viuvalamego.com/en/handmade/history/>.

WARNIER, Claire *et al.* - **Printing things : visions and essentials for 3D printing**. 1. ed. [S.l.] : Die Gestalten Verlag, 2014. ISBN 9783899555165.

XIONG, Gang *et al.* - From mind to products: towards social manufacturing and service. **IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica**. 5:1 (2018) 47–57. doi: 10.1109/JAS.2017.7510742.






ZHENG, Pai *et al.* - User-experience Based Product Development for Mass Personalization: A Case Study. **Procedia CIRP**. 63:2017) 2–7. doi: 10.1016/j.procir.2017.03.122.

ZOCCA, Andrea *et al.* - Additive Manufacturing of Ceramics: Issues, Potentialities, and Opportunities. **Journal of the American Ceramic Society**. ISSN 15512916. 98:7 (2015) 1983–2001. doi: 10.1111/jace.13700.






ZORAN, Amit; BUECHLEY, Leah - Hybrid Reassemblage : An Exploration of Craft , Digital Fabrication and Artifact Uniqueness. **Leonardo**. 46:1 (2013) 4–10.

Anexos

Anexo A

Ensaio	Parâmetros de impressão					Tempo		Condições		Resultados
	Espessura	Altura	Ø Bico	Speed	Flow	Estimado	Real	Temp.	RH	
A*	3mm	0.75mm	1.5mm	100%	95-100%	~7h05m	—	25°C ~ 25.4°C	49% ~ 51%	
B	2.4mm ~ 3mm	0.75mm	1.5mm	100%	95-100%	~4h16m	~4h41m	24.6°C ~ 25°C	39% ~ 43%	
C	4mm	0.75mm	1mm	100% - 140%	80-130%	~8h11m	~8h46m	24.9°C ~ 25.2°C	49%	
D	4mm	0.75mm	1mm	100% - 140%	80-115%	~8h01m	~8h02m	25.3°C ~ 26.1°C	51% ~ 53%	
E	4mm	0.75mm	1mm	100% - 120%	80-110%	~7h59m	—	~ 25.4°C	~ 53%	

- * O Ensaio A não integrou a discussão dos resultados devido ao facto de não contemplar a impressão do modelo na sua totalidade. A diferença entre o modelo A e B está relacionada com a diminuição da altura da peça.

Ensaio	Parâmetros de impressão					Tempo		Condições		Resultados
	Espessura	Altura	Ø Bico	Speed	Flow	Estimado	Real	Temp.	RH	
F	4mm	0.75mm	1mm	100% - 120%	80-120%	~8h	~8h	25.8°C ~ 26°C	53% ~ 55%	
G	4mm	0.75mm	1mm	100%	80-100%	~6h48m	—	25.9°C ~ 26.9°C	57% ~ 60%	
H	4mm	0.75mm	1mm	100%	80-100%	~6h48m	~7h08m	26.4°C ~ 27.1°C	54% ~ 57%	
I	4mm	0.75mm	1mm	100%	80-110%	~6h48m	—	25.5°C ~ 26.8°C	52% ~ 55%	
J	4mm	0.75mm	1mm	100%	80-100%	~5h26m	~5h44m	25.5°C ~ 27.1°C	54% ~ 55%	

Espessura ——— espessura de parede

Altura ——— altura de camada

Ø Bico ——— diâmetro do bico de extrusão

Speed ——— velocidade de impressão








Flow ——— quantidade de pasta depositada

Infill ——— preenchimento interno da camada



Temp. ——— temperatura

RH ——— "Relative Humidity" ou Humidade Relativa

Anexo B







Ensaio	Parâmetros de impressão					Tempo		Condições		Resultados
	Espessura	Altura	Ø Bico	Speed	Flow	Estimado	Real	Temp.	RH	
A*	4mm	0.75mm	1mm	100%	90%	~ 4h	4h30m	25.3°C	46%	
B	3.2mm	0.75mm	0.8mm	100%	90-95%	~ 7h45m	—	25.2°C	45%	
C	3.2mm	0.6mm	0.8mm	100%	80-90%	~ 7h45m	—	26.2°C	40%	
D	3.2mm	0.6mm	0.8mm	100%	90%	~ 7h45m	—	26.4°C	41%	
E	3.2mm	0.6mm	0.8mm	100%	80-100%	~ 7h45m	—	27.6°C ~ 28.7°C	41%	
F	3.2mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	~ 4h16m	—	29°C	35% ~ 38%	
G	3.2mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	~ 4h16m	~ 4h40m	27°C	43%	

* O Ensaio A não integrou a discussão dos resultados devido ao facto de não contemplar a impressão do modelo na sua totalidade.

Ensaio	Parâmetros de impressão					Tempo		Condições		Resultados
	Espessura	Altura	Ø Bico	Speed	Flow	Estimado	Real	Temp.	RH	
H	3mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	~ 7h05m	8h14m	23.6°C ~ 24.9°C	39% ~ 42%	
I	3mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-110%	~ 7h19m	8h	24.4°C ~ 25.8°C	49% ~ 54%	

Ensaio	Parâmetros de impressão					Tempo		Condições		Resultados
	Espessura	Altura	Ø Bico	Speed	Flow	Estimado	Real	Temp.	RH	
Junção de pasta de porcelana branca e pasta com corante	3mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	~ 7h19m	8h	25.5°C ~ 26.8°C	50% ~ 55%	

Anexo C

Ensaio	Parâmetros de impressão						Tempo		Condições		Resultados
	Espessura	Altura	Ø Bico	Speed	Flow	Infill	Estimado	Real	Temp.	RH	
A	3mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	50% Grid	~7h06m	—	23.7°C ~ 24.6°C	43% ~ 44%	
B	3mm	0.75mm	1.5mm	100% - 110%	80-100%	50% Grid	~7h06m	~7h28m	24.8°C ~ 25.3°C	50% ~ 52%	
C	6mm	0.75mm	1.5mm	100% - 120%	80-100%	0%	~7h06m	~7h15m	25°C ~ 26.1°C	51% ~ 54%	
D	3mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	0%	~5h06m	~5h21m	25.6°C ~ 26.9°C	55% ~ 58%	
E	7.5mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	0%	~5h30m	~5h49m	25.4°C ~ 26.5°C	53% ~ 55%	
F*	3mm	0.75mm	1.5mm	100%	80-100%	0%	~4h57m	~5h15m	26°C ~ 26.6°C	59%	

* O Ensaio F não foi incluído na discussão dos resultados devido ao facto de ter fraturado durante a primeira cozedura. Neste ensaio foi utilizado o mesmo modelo do Ensaio E, no entanto, a impressão foi realizada na vertical.

Anexo D

Ensaio	Parâmetros de impressão					Tempo		Condições		Resultados
	Espessura	Altura	Ø Bico	Speed	Flow	Estimado	Real	Temp.	RH	
A	4mm	0.75mm	1mm	100%	80-100%	~4h30m	~4h50m	26.6°C ~ 27.6°C	57% ~ 68%	
B	4mm	0.75mm	1mm	100%	80-100%	~4h30m	~4h50m	26°C ~ 27.1°C	62% ~ 68%	

