

A close-up photograph of thick, brown coffee foam. The foam has a rich, velvety texture with various peaks and valleys, creating a complex pattern of light and shadow. The color is a deep, warm brown. Overlaid on the top half of the image is the title 'Barro de Café' in a large, white, serif font.

Barro de Café

Sara Baptista da Silva
2021

Barro de Café

Subprodutos como matéria-prima

ESAD.CR

Escola Superior de Artes e Design
do Instituto Politécnico de Leiria
Rua Isidoro Inácio Alves de Carvalho
2500-321 Caldas da Rainha
www.esad.ipleiria.pt

Relatório de Projeto Final

Mestrado em Design de Produto

Autora

Sara Baptista da Silva
sarabaptistasilva94@gmail.com

Orientador

Sérgio Gomes Pires Gonçalves

2021

Sara Baptista da Silva
2021

Agradecimentos

Um agradecimento muito especial ao meu orientador, pelo tempo, dedicação, confiança e ensinamentos.

Foram essenciais para a concretização do projeto.

Ao Paulo, sobretudo pela paciência e pelo incentivo,

Aos meus pais e irmão que apesar da distância estiveram sempre presentes para me ajudar no que fosse preciso,

Aos meus amigos e colegas, pelo apoio incansável e motivação,

Ao Cencal em especial às Eng.^{as} Manuela Baroso e Dulce Santos e ao Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado de Produto,

Muito obrigada.

*Este documento foi escrito ao abrigo do novo Acordo Ortográfico

Resumo

O design de produto pela sua natureza, deve manter-se atento aos problemas do mundo.

Um dos temas que tem ganho maior destaque na última década é o desperdício industrial, pelas questões ambientais.

Seria urgente repensar como o design poderia intervir neste contexto, procurando uma forma de aliar a pertinência de criação de produtos por meio da utilização de desperdícios.

Este projeto surgiu da vontade de criar um novo material, utilizando subprodutos da indústria alimentar. Foram investigados diferentes resíduos destacando-se as borras de café, um material orgânico, excedente da indústria alimentar, do canal HORECA, disponível em abundância.

Dos testes realizados verificou-se a possibilidade de adicionar esta matéria-orgânica a pastas cerâmicas, criando um material com características peculiares, nomeadamente a leveza e a porosidade. Estas mesmas particularidades geraram a ideia de explorar objetos que relacionem o material com a água.

O desenvolvimento deste projeto compreendeu duas fases. Primeiro, procedeu-se a um conjunto de ensaios laboratoriais com variados materiais cerâmicos e diferentes quantidades de matéria orgânica, visando obter uma pasta mais eficaz, considerando as variáveis peso, resistência, absorção, plasticidade e sustentabilidade.

Realizaram-se testes de processos de produção, manuais e industriais, como a modelagem manual, através de técnicas tradicionais, prensagem hidráulica e fabrico aditivo.

Numa segunda fase, foram desenhados e produzidos protótipos que potencializassem os benefícios do material, abrangendo novos produtos e funcionalidades.

Este projeto deixa como legado a importância da valorização de subprodutos visando uma nova forma de reconhecer as suas potencialidades, e, ao mesmo tempo, permitindo novas aplicações do material.

Palavras-chave

Design de produto, resíduos de café, caracterização de materiais, cerâmica, desperdício orgânico.

Abstract

Product design by its Nature must pay attention to the world's problems. One of the themes that has gained the greatest attention in the last decade is industrial waste, environmental issues.

It would be urgent to rethink how design could intervene in this context, looking for a way to combine the relevance of creating products through the use of waste.

This project arose from the desire to create a new material, using by-products from the food industry. Different residues were investigated, such as coffee grounds, an organic material, surplus from the food industry, from the HORECA channel, available in abundance.

The tests carried out verified the possibility of adding this organic material to ceramic masses, creating a material with peculiar characteristics, namely lightness and porosity. These same particularities generated the idea of exploring objects that relate the material to water.

The development of this project comprised two phases. First, a set of laboratory tests was carried out with various ceramic materials and different amounts of organic matter, specifying a more effective paste, considering the variables weight, strength, absorption, plasticity and sustainability.

Tests of production processes, manual and industrial, such as manual modeling, were carried out using traditional techniques, hydraulic pressing and additive manufacturing. In a second phase, prototypes were designed and produced to maximize the benefits of the material, including new products and features.

This project leaves as a legacy the importance of valuing by-products aiming at a new way of recognizing their potential, and, at the same time, allowing new applications of the material.

Key-words

Product design, coffee residues, material characterization, ceramic, organic waste.

Índice

1. Introdução	13
Desafio	14
Objetivos	23
2. Enquadramento	25
A nossa relação com os materiais	26
Os materiais do futuro	32
3. Projetos de Referência	37
Resíduos de café como material	38
Reutilização de subprodutos para novas utilidades	42
4. Barro de Café	51
Descrição do Projeto	52
Exploração de Materiais	53
Preparação da Pasta	57
Caracterização da Pasta	70
Produção de provetes	70
Ensaio	74
Processo de Exploração do Projeto	90
Enchimento	91
Moldagem manual	96
Lastra	100
Prensa	106
Roda de oleiro	109
Fabricação aditiva	113

Produtos	118
Filtros difusores de ar	122
Contentores frescos	136
Vasos	148
Humidificadores de plantas	158
Humidificadores de ar	164

5. Conclusões	174
----------------------	-----

Referências bibliográficas	178
-----------------------------------	-----

Índice de figuras	186
--------------------------	-----

Anexo	190
--------------	-----

Siglas e Abreviaturas

AICC Associação Industrial e Comercial do Café

APA Agência Portuguesa do Ambiente

CDRSP Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado de Produto

CENCAL Centro de Formação Profissional para a Indústria Cerâmica

CO² Dióxido de Carbono

CVO Centro de Valorização Orgânica

ECF European Coffee Federation

ETVO Estação Tratamento Valorização Orgânica

FAO Organização para a Alimentação e Agricultura

FAOSTAT Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

HLPE High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (Painel de Especialistas de Alto Nível em Segurança Alimentar e Nutrição)

HoReCa Acrónimo de Hotéis, Restaurantes e Cafés

OIC Organização Internacional do Café

RARU Relatório Anual de Resíduos Urbanos

RU Resíduos Urbanos

RUB Resíduos Urbanos Biodegradáveis

RO Resíduos Orgânicos

RSU Resíduos Sólidos Urbanos

SGRU Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

UNEP Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

1. Introdução

Desafio

“The recycling of by-products and wastes represents an increasingly urgent problem for the immediate future of humankind.” (Reinosa et al., 2010, p. 219)

Para encontrar a origem da problemática dos resíduos urbanos biodegradáveis, procura-se compreender historicamente a forma como as sociedades passadas lidavam com os seus resíduos orgânicos.

De acordo com Martinho & Gonçalves (2000) a problemática da gestão de resíduos é um assunto que tem acompanhado a evolução da humanidade. Entende-se por gestão de resíduos as operações de recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, incluindo a monitorização dos locais de descarga após o encerramento das respetivas instalações, bem como o planeamento dessas operações (Decreto-Lei n.º 239/97 de 9 de setembro do Ministério do Ambiente, 1997).

Há 4.500 anos atrás, o Império de Akkad na Mesopotâmia aplicava a técnica de compostagem para gerir os seus resíduos, de forma a reintroduzi-los na produção de alimentos.

“(...)várias civilizações, incluindo chineses, egípcios, gregos e romanos, amontoavam em pilhas a matéria vegetal, estrume, restos de comida e outros tipos de resíduos orgânicos e deixavam a decompor e estabilizar até estarem prontos para serem devolvidos ao solo.” (Almeida et al., 2005, p.23)

¹**ciclos biogeoquímicos**, são processos pelos quais os organismos retiram os elementos químicos ou compostos da natureza para serem utilizados por eles, devolvendo-os em seguida ao ambiente. (Biologianet, 2021)

No passado, produziam-se alimentos de fácil decomposição e reabsorção nos ciclos biogeoquímicos¹, matérias-primas naturais e duradouras (madeira, couro, lã e algodão, por exemplo) ou muito pouco transformadas, como no caso da cerâmica, rentabilizando a energia. Assim sendo, os resíduos gerados eram facilmente degradáveis e não constituíam um problema. (Almeida et al., 2005)

Após a 1.ª Revolução Industrial, no século XIX, ocorreu uma expansão da indústria que originou um crescimento exponencial da população nas áreas urbanas, resultando num aumento da produção de resíduos urbanos (RU) (Martinho & Gonçalves, 2000).

Ao longo do século XX, os bens de consumo foram ficando mais complexos, observando-se o aparecimento de novas matérias-primas, algumas sintéticas, e acabamentos superficiais que visavam a distinção dos produtos num mercado cada vez mais global e competitivo. (Baudrillard, 2005)

Assim sendo as características dos resíduos urbanos mudaram, dificultando a sua separação e reintegração nos ciclos produtivos, levantando novos problemas.

“Os resíduos urbanos biodegradáveis, também conhecidos como RUB, quando amontoados com o resto num aterro, são de facto um problema. Para além de a mistura dificultar, ou inviabilizar a sua reciclagem, dão origem a lixiviados, que há que tratar, e o biogás, que há que recolher e aproveitar se não o queremos a escapar para a atmosfera, onde contribui para o efeito de estufa.” Humberto D. Rosa Secretário de Estado do Ambiente (Almeida et al., 2005, p. 4)

Este projeto pretende partir da problemática dos resíduos orgânicos, identificando um desperdício e utilizando-o como matéria-prima para, num primeiro momento, o desenvolvimento de um novo material e, num segundo momento, no design e produção de novos produtos.

O desafio coloca-se então na criação de produtos que aproveitem as características do material desenvolvido, explorando as suas vantagens.

Problemática dos desperdícios orgânicos

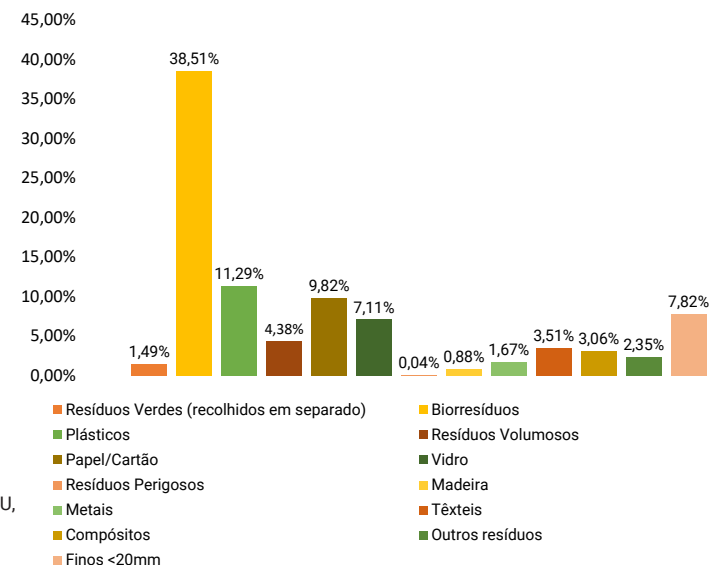
Em Portugal, são recolhidos 513,4 kg/hab. de resíduos urbanos por ano (PORDATA, 2019).

Segundo os dados do relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), apesar de serem produzidos mundialmente 10 mil milhões de alimentos, cerca de 17% são perdidos ou desperdiçados (UNEP, 2021).

São considerados resíduos urbanos os produzidos pelos agregados familiares (resíduos domésticos), por pequenos produtores de resíduos semelhantes (produção diária inferior a 1.100 l) e por grandes produtores de resíduos semelhantes (produção diária igual ou superior a 1.100 l) (APA,2020).

Como observamos na próxima figura, os resíduos mais produzidos em Portugal Continental são os Biorresíduos ou Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB), compreendendo os resíduos alimentares e os resíduos verdes (resíduos biodegradáveis de jardins e de parques).

2. Caracterização dos RU, adaptado ao (RARU, 2019)

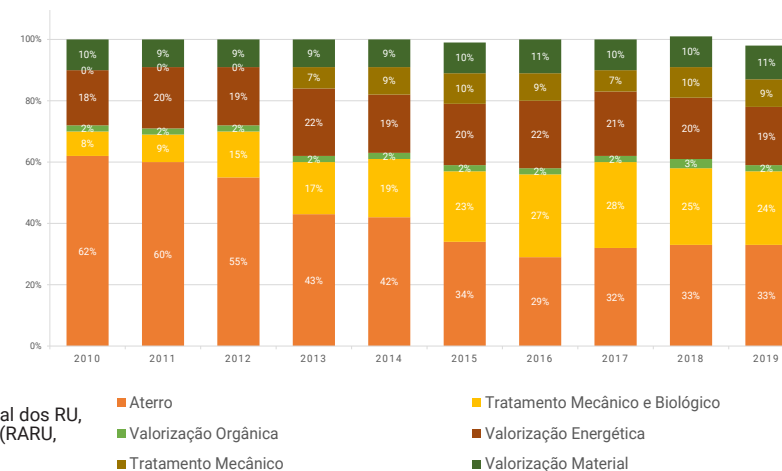


2Biorresíduos são resíduos biodegradáveis, resíduos alimentares ou resíduos verdes (jardins, agrícolas). Todos os resíduos que se decompõem. (APA,2021)

Segundo a Agência Portuguesa do Ambiente (2020), 37% do lixo próprio indiferenciado é constituído por biorresíduos², resultantes da preparação dos alimentos.

O gráfico seguinte reflete o destino dos resíduos urbanos geridos pelos SGRU de Portugal Continental, de 2018 a 2019, sendo que o apuramento desta informação teve por base a metodologia do EUROSTAT - Guidance on municipal waste data collection, September 2016 (APA,2021).

3. Destino final dos RU, adaptado ao (RARU, 2019)



Conclui-se que o aterro continua a ser o principal destino, apesar da diminuição dos valores entre 2010 e 2018.

É estimado que cerca de um terço de todos os alimentos produzidos anualmente a nível mundial é desperdiçado. Grande parte deles é proveniente dos restaurantes, cantinas e das nossas casas (FAOSTAT, 2021).

Segundo Rosendo (2018), o canal HORECA³ apresenta maior desperdício, mas não existe informação sobre a quantificação exata na generalidade do território português. Neste sentido, e sendo um tema complexo devido à escassez de informação em Portugal, foi realizado um diagnóstico do setor com base na recolha de testemunhos através de inquéritos a estabelecimentos de restauração, circunscrita aos concelhos de Vila Nova de Gaia e Santa Maria da Feira (Rosendo, 2018).

³HORECA é uma concatenação das palavras Hotéis/Restaurantes/Cafés". (Lima, 2016)

⁴REFOOD é um projeto independente, orientado por voluntários, que tem como propósito a recolha de comida não servida por restaurantes ou pastelarias e fornecê-las a pessoas necessitadas. (REFOOD, 2021) <https://re-food.org/>

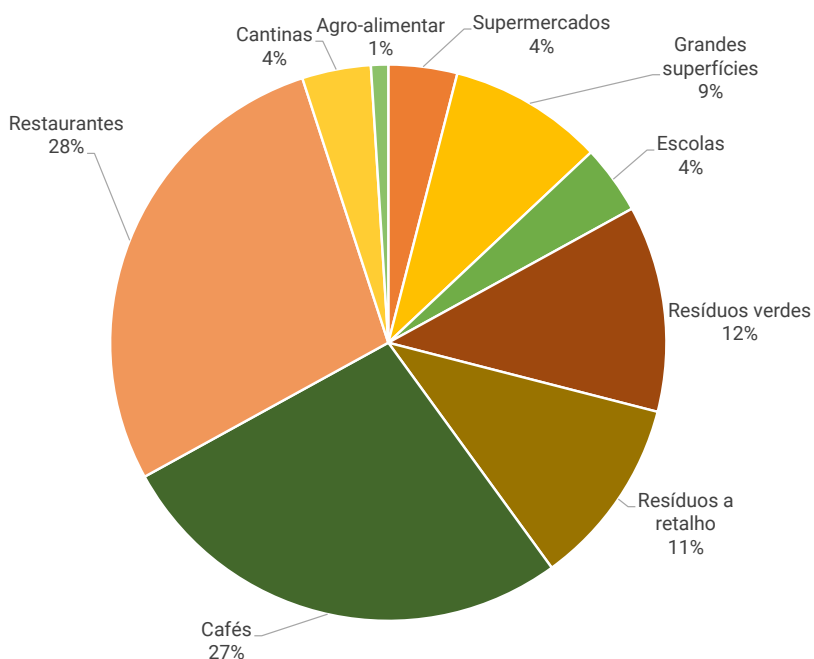
Apesar da amostra geográfica ser limitada, infere-se que a maior quantidade de resíduos orgânicos é produzida pela restauração, seguindo-se dos cafés (4.).

A participação no programa da ReFood⁴ local, permitiu observar a grande quantidade de alimentos que são desperdiçados, proveniente de restaurantes, supermercados e cafés.

Existem algumas soluções para minorar este problema, através de serviços de valorização de matérias orgânicas, criando novas utilizações e oportunidades para estes desperdícios, ou ainda, projetos que procuram minimizar os desperdícios alimentares nos canais HORECA, através de diferentes estratégias que se dividem em valorização dos resíduos, como, por exemplo, a compostagem, e a redistribuição, sobretudo em redes de recolha e entrega de produtos alimentares.

A aplicação Too Good To Go, promove parcerias com estabelecimentos, grandes e pequenas superfícies (supermercados, restaurantes, cafés/pastelarias) para a comercialização de produtos alimentares sem valor comercial, ora por defeitos de embalagem ou fim de prazo de validade. *"Não existe, pura e simplesmente, uma definição certa ou errada, pelo que decidimos utilizar para identificar todo este problema, desde o campo até ao garfo, a designação de: desperdício alimentar (Too Good To Go, 2021)."*

Acrescenta-se que as diferenças culturais definem a questão sobre o que é comestível ou não, impossibilitando chegar a um consenso claro sobre que parte do desperdício alimentar provém de alimentos comestíveis, em percentagem da comida desperdiçada (Too Good To Go, 2021).



4. RU no Canal HORECA Adaptada de (Rosendo, 2018)



5. Entrega de refeições (Too Good To Go, 2021a) <https://toogoodtogo.pt/pt>

A Lipor, Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto, tem uma Central de Valorização orgânica, onde transforma anualmente, 60.000 toneladas de Biorresíduos (resíduos alimentares e resíduos verdes) em substrato 100% natural. O composto NUTRIMAIS⁵ tem uma vasta gama que pode ser utilizado na agricultura.

Devido às preocupações ambientais tem surgido uma tendência a dar prioridade à reutilização, reciclagem e valorização dos RU em substituição de outras técnicas de gestão. (Moreno, 2001 como citado em Cruz, 2015).

Partindo da conclusão face aos resultados (4.), optou-se por reutilizar um resíduo orgânico dentro muito presente no nosso quotidiano e de fácil obtenção.

Verificou-se que dentro dos setores comerciais que produzem maior quantidade de resíduos orgânicos, restaurantes e cafés, as borras de café destacaram-se.

⁵NUTRIMAIS é uma marca de compostos da Lipor desenvolvidos para produção agrícola. (NUTRIMAIS, 2021) <https://nutrimais.pt/>

Estima-se que o consumo mundial de café no ano-cafeeiro de 2020/21 irá alcançar o volume físico equivalente a 167,01 milhões de sacas de 60 quilos (Organização Internacional do Café, 2021). Como se pode observar na figura 6. os dados da maior empresa de café nacional indicam-nos a quantidade consumida e produzida por ano.



6. Delta Cafés em números, ilustração pela autora adaptado de (DeltaCafes, 2021). <https://www.deltacafes.pt/>

A empresa Delta Cafés mostra que são consumidos diariamente cerca de 9 658 120 cafés “expresso”, 4,4kg per capita em Portugal (6.). Estes valores pertencem aos registos da empresa em causa.

Segundo Cruz (2015) estima-se que em Portugal, as borras de café constituem um volume de resíduos com cerca de 40 mil toneladas por ano e em nível mundial cerca de 6 milhões de toneladas.

Considera-se que aproximadamente “em média existe uma produção de 2,3 kg de borra húmida por cada kg de café bebido”, sendo que a maior parte é água (Arruda, 2006 como citado em Cruz, 2015).

Alguns projetos procuram a reutilização deste subproduto, como o caso dos projetos "Reciclar é Alimentar" da Nespresso⁶, e o "ReThink" da Delta Cafés, onde após a reciclagem das cápsulas, são aproveitadas as borras do café que depois são transformadas para a criação de novos produtos como fertilizantes agrícolas, ou no caso da Delta Cafés, criação de novos produtos, nomeadamente em áreas de nutrição, cosmética, biomassa e bioenergia.

Apesar disso, grande parte destes resíduos são descartados juntamente com lixo indiferenciado, uma vez que não existe recolha seletiva dos mesmos. Observa-se, no entanto, que os estabelecimentos procedem naturalmente a uma separação destes resíduos, contribuindo para que não haja contaminação e constituindo uma oportunidade para a sua utilização em novos fins.

⁶Nespresso é uma marca de produção de café, cápsulas e máquinas. Faz parte empresa transnacional suíça Nestlé do setor de alimentos e bebidas.

Objetivos

O desperdício alimentar tem um grande impacto negativo na sociedade, tanto a nível ambiental, como económico. Nesse sentido, este projeto procura contribuir para a diminuição de resíduos e desperdícios resultantes da atividade humana.

Partindo da identificação de subprodutos da indústria alimentar entendeu-se que os resíduos de café poderiam ser uma possibilidade, pela facilidade de recolha em grandes volumes.

Surgiu a ideia de incorporar esta matéria orgânica com pastas cerâmicas, tendo o conhecimento do processo de conformação e cozimento deste, determinaram-se as suas qualidades físicas e integraram-se em diferentes processos produtivos.

Com base nas experiências realizadas e nos resultados obtidos, identificaram-se situações onde as qualidades da matéria possam ser relevantes no ponto de vista técnico, funcional ou estético.

Foram desenvolvidas propostas que potenciem estas qualidades, no sentido de obter produtos que sejam pertinentes.

2. Enquadramento



7. Borra de Café

A nossa relação com os materiais

“A História do design começa com a história do homem” (Manzini, 1993, pág.52)

O Homem tornou possível aquilo que imaginava, transformando os materiais que estavam à sua disposição em ferramentas e objetos que foram fundamentais na sua evolução, desde os primórdios da humanidade.

É possível localizar temporalmente os objetos através dos materiais que os constituem. A relação entre o ser humano e os materiais contém uma significância tão importante que hoje caracterizamos certos períodos da humanidade pelo nome do material que foi relevante e marcou cada um deles, desde a Idade da Pedra à do Bronze, denominados pela civilização predominante na altura (Navarro, 2006).

ân·fo·ra

A ânfora era usada para armazenar água, vinho, azeite, mel e outros produtos.

A utilização do barro vermelho, fruto das suas características peculiares, ajudava a manter uma temperatura fresca e a conservar os alimentos.

Este objeto tem origem no período Neolítico, (Idade da Pedra, 5.000 - 3.000 a.C).

Apesar da existência de novos materiais, a cerâmica continua a ser usada para as mesmas utilidades devido às suas características e eficiência (Funari, 2007).



8. Ânfora, ilustração da autora

A evolução dos materiais teve como origem as necessidades essenciais do ser humano. As sociedades descobriram e desenvolveram materiais, fizeram deles ferramentas e artefactos, fulcrais na construção de sociedades (Ashby, & Johnson, 2010).

O ser humano começou por explorar os recursos materiais naturais que tinha ao seu dispor para criar os mais rudimentares utensílios para o seu uso e sobrevivência. Uma das primeiras ferramentas a ser construída foi o biface, utilizado como cortante e arma de caça (Navarro, 2006).



9. Biface paleolítico, (catawiki, 2020)

bi·fa·ce

Este instrumento, com duas faces, é feito a partir de pedra, geralmente sílex. Com uma zona apontada ou ogival, gumes cortantes laterais e uma base aproximadamente arredondada, era uma ferramenta polivalente, para uso dos caçadores-recoletores do Paleolítico Inferior. O seu material permitia cortar facilmente carne, couro entre outras matérias. (Museu Nacional de Arqueologia, 2018)

A Revolução Industrial iniciou o processo da grande diversificação de materiais, como plásticos, metais ou vidro. Devido à grande concorrência, os materiais evoluíram, melhoraram as suas características, foram combinadas matérias e criadas possibilidades de conceber “materiais por medida”.

Em *A matéria da invenção*, Manzini (1993) refere que os materiais se multiplicaram centenas de vezes com o passar dos anos, ao longo do início do século XX.

Dando o exemplo do fabrico automóvel, que no início do século XX utilizava menos de uma centena de materiais diferentes, e no final do século exigia mais de quatro mil. A diversificação de materiais não cessava de aumentar ao longo dos tempos (Clauser, 1975, como citado em Manzini, 1993). Este acontecimento, advém da busca de uma maior eficiência material.

"(...)materiais são a matéria de que é feito o design de produto" (Ashby e Johnson, 2010, p.55)

A nossa espécie, Homo sapiens, difere das outras, talvez mais significativamente pela habilidade de projetar e produzir a partir de materiais, e pela capacidade de ver um objeto para além da sua aparência. Os objetos podem ter significado, despertar associações ou serem meios de ideias mais abstratas (Ashby & Johnson, 2010).

Ashby e Johnson (2010) descrevem que a relação entre materiais e design é evidente, sendo que os materiais são a matéria utilizada para criar o produto, e a interação que temos com os materiais é por meio de produtos.

O material permite definir a forma, textura, cor, cheiro, e altera qualquer sensação, seja ela tátil, auditiva, visual ou até olfativa. A omnipresença destes é precisamente a razão do porquê ser tão fácil esquecer o papel fundamental que desempenham na nossa experiência do mundo, tanto na maneira como modelamos os nossos corpos e identidades, e como fabricamos o presente e o futuro da vida quotidiana.

Para Ashby e Johnson (2010), através do material é possível criar a personalidade de um produto. O material contém características que estão associadas a memórias onde o utilizador espontaneamente reage. Como, por exemplo, a madeira, os autores argumentam ser um material natural cujas fibras proporcionam uma textura de superfície própria ao toque, mais quente e macia, em comparação a outros materiais, possuindo cheiros característicos e despertando associações com a natureza. Nesse sentido, as características do material não são apenas estéticas, são traços que definem a personalidade de um produto. São os materiais que dão substância a tudo que vemos e tocamos, seja a peça de roupa que vestimos ou o material da cadeira onde nos sentamos.

De acordo com Callister (2006) os materiais são classificados por família, classe e membro, sendo que esta classificação é baseada na natureza dos átomos e na ligação entre eles.

Existem variadas categorias de materiais naturais e sintéticos, desde cerâmicos, vidros, metais, polímeros, compósitos e matérias orgânicas.

As propriedades físicas e químicas dos materiais, e o conjunto de características condicionantes do material definem o seu comportamento, tornando o seu uso adequado a uma determinada função.



Ma·te·ri·al

(latim materialis, -e)

1. Relativo à matéria.

2. Que é formado por matéria.

10. secagem da pasta,
fotografia da autora

Atualmente, com a diversidade existente, é possível encontrar ou desenvolver materiais ajustados a qualquer função.

Os materiais podem auxiliar as soluções de design a cumprirem requisitos propostos no projeto. Segundo Manzini (1993) os novos materiais podem até ser amadores, uma vez que, *“não são necessariamente fruto de grandes laboratórios de investigação”*, estes podem surgir de qualquer ponto do sistema de design e produção, onde a nova cultura dos materiais se une à capacidade criativa (Manzini, 1993).

Hoje, com a informação que nos é transmitida, é possível ver estes materiais e projetar (imaginar) noutros contextos, fora dos que são habitualmente utilizados, combinando outros componentes para obter novas características.

Seguindo o pensamento de Manzini à luz da atualidade, a criação de novos materiais é realizada por diferentes meios. Ou seja, o material que antes associávamos a algo passa a ter outra utilização, como, por exemplo, resíduos podem ser a base de um novo material que pode ser utilizado como embalagens, vestuário, revestimento, mobiliário entre outros produtos.

Apesar de o conhecimento dos materiais poder ser um objetivo, este, no sentido que o design de produto implica, despoleta uma aplicação direta. Através das suas características, é possível adaptar o material a um produto.

Os materiais do Futuro

“Imagine if all our materials were nutrients. Step into a forest. Dive under the ocean. All the biomass around you - all the living and dying and building of habitat - is a vast and continual production of materials. And yet forests have no landfill, the ocean no waste water. For billions of years, plants and animals have evolved to make materials with a particular set of ingredients that other organisms know how to source, use, breakdown, and use again. It’s time we took notes.”

(Materiom, 2018) <https://materiom.org/>

T.L. : Imagine que todos os nossos materiais eram nutrientes. Entre numa floresta. Mergulhe no oceano. Toda a biomassa à sua volta - toda a vida, morte e construção do habitat - é uma produção vasta e contínua de materiais. E mesmo assim as florestas não têm aterro, o oceano não desperdiça água. Por biliões de anos, plantas e animais foram evoluindo a fazer materiais com um conjunto particular de ingredientes que outros organismos sabiam como obter, usar, decompor, e usar novamente. É tempo de tirarmos anotações.

O consumo consciente cria necessidade para que no desenvolvimento de novos produtos e materiais haja um foco na sustentabilidade, no ciclo de vida e reciclabilidade. É urgente haver uma valorização do papel do designer na transformação de uma sociedade industrial, com fortes consequências na destruição dos recursos naturais, para uma sociedade ecologicamente responsável.

A procura de um desenvolvimento sustentável tem levado à necessidade de uma escolha mais aprofundada do material que vai ser utilizado para a conceção do produto. O papel do designer passa por utilizar estratégias e métodos para diminuir ou contornar problemas de ordem social, económica e ambiental. É aqui que a escolha do material surge, e que pode ser visto como uma das soluções para estas questões, ajudando na inovação pelo design sustentável (Papanek, 1971).

Hoje, existe uma busca de mudança nos sistemas de fabrico, de linear para circular, sendo necessário considerar os materiais na sua totalidade, desde a sua produção até ao final de vida (MaDe, 2021). Este facto implica mudar as premissas sobre as quais construímos o nosso relacionamento com materiais e com as suas fontes. Como designers, como utilizadores, como consumidores, como produtores, como cidadãos, como formuladores de políticas, a nossa abordagem precisa de evoluir.

Para os observadores, cientistas e investigadores atuais, os materiais contêm a semente da forma e da função que podem satisfazer as nossas necessidades humanas. Os materiais formam a nossa paisagem cultural, sendo uma fonte poderosa de expressão e informação (MaDe, 2021).

A investigadora de materiais Liz Corbin (Solanki, 2018) afirma que estamos a viver os sonhos e as necessidades materiais dos nossos antepassados, e que precisamos de uma nova relação com o mundo material.

"In many ways, we're living out the material dreams and needs of our ancestors, with much of the lifestyle that we're accustomed to today standing as a product of past inventions. That raises the questions: what will the next 50 years look like? What will we dream up? And most importantly, who gets to take part of the process?" (Solanki, 2018, p.6).

Segundo Corbin (Solanki, 2018) estamos a mover-nos muito rapidamente para um mundo onde os desafios e os desejos que tentamos concretizar são demasiado complicados para serem resolvidos por investigadores, em qualquer área temática e em qualquer escala. Este refere que a capacidade dos grandes pensadores e investigadores do século XXI não será a habilidade de conhecimento numa única disciplina em particular, mas sim em saber usar os materiais como uma ponte entre as diferentes disciplinas. Operando na interseção de design computacional, fabricação digital, ciência dos materiais e biologia sintética, com uma grande equipa de diversas áreas, o trabalho do *Mediated Matter Group - MIT*, fundado pela designer multidisciplinar Neri Oxman, é um excelente exemplo desta metodologia. Concentrando-se na investigação do design inspirado na natureza, une o design com a ciência e inovação tecnológica, desenvolvendo propostas inspiradas em biodesign (*Mediated Matter Group*, 2012). Envolvendo diversas áreas na criação de um produto faz com que o resultado seja mais consolidado.

T.L. : De diversas formas, estamos a viver os sonhos e as necessidades materiais dos nossos antepassados, estamos de tal maneira acostumados a um estilo de vida de produtos das invenções passadas, que se levantam as questões: como serão os próximos 50 anos? Com que vamos sonhar? E o mais importante, quem vai participar neste processo?

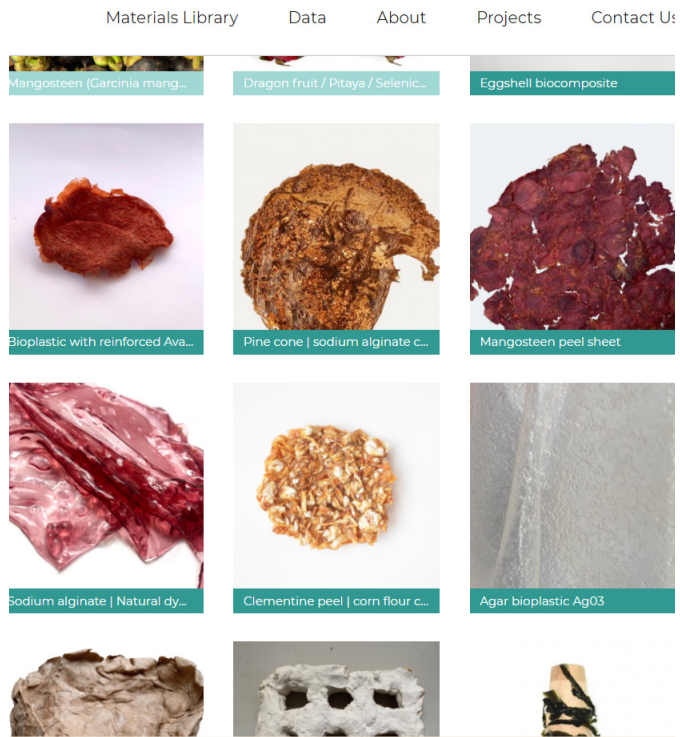


11. Silk Pavilion, Mediated Matter Group, 2012. Photo: Steven Keating (Mediated Matter Group, 2012)

T.L. : Um desafio e uma oportunidade continua para nós é preencher a lacuna entre o mundo dos designers, artistas e o mundo dos cientistas de materiais e engenheiros. Reunir estas comunidades é uma promessa para a geração de conhecimento sobre materiais que podem acelerar o design de produtos circulares e a participação na próxima geração de fabricação.

"An ongoing challenge and opportunity for us is bridging the gap between the world of designers and artists, and the world of material scientists and engineers. Bringing these communities together holds promise for generating knowledge about materials that can accelerate circular product design and participation in the next generation of fabrication." Alysia Garmulewicz, "Our Mission" (Materiom, 2019)

Garmulewicz e Corbin são fundadoras do projeto Materiom, uma plataforma de receitas de criação de biomateriais de origem sustentável, com acesso gratuito. O intuito do projeto é criar um espaço onde toda a gente, possa partilhar e recolher informação e respostas para processos de criação de materiais.



12. Materiom website.
<https://materiom.org/search>

3. Projetos de Referência

Alysia Garmulewicz (2019) refere que, como uma sociedade global, necessitamos de muitas pessoas com habilidades diferentes para lidar com os problemas complexos que enfrentamos hoje.

O poder dos materiais é que eles transcendem os limites de múltiplas disciplinas. Eles podem atuar como promotor de conexão dos diversos grupos de agentes, sejam eles engenheiros, designers, arquitetos, biólogos, especialistas de saúde, agricultores, ambientalistas ou antropólogos. (Solanki, 2018).

Neste sentido, Beylerian e Dent afirmam que os materiais podem ser considerados catalisadores de inovação, sobretudo se estiverem aliados a diferentes tecnologias de materialização (como citado em Calegari & De Oliveira, 2013).

Decafé

de Raúl Laurí e Mónica Serrano, 2012

"Why not take advantage of all the emotional aspects that coffee has when we can turn them into beautiful pieces of design?" Raúl Laurí (decafé, 2016)

Decafé surgiu da vontade de Raúl Laurí dar uma segunda vida aos desperdícios de café. O material produzido através de técnicas tradicionais de cozinha é utilizado na concepção de produtos.

As peças são constituídas por uma mistura de borra de café com um aglutinante natural, e conformadas através de moldagem em alta temperatura.

T.L. : Porque não tirar partido de todos os aspetos emocionais do café quando o podemos transformar em belas peças de design?



13. Contentores feitos com o material *Decafé*.

O material é biodegradável e resistente a temperaturas até 80 °C. O seu toque é semelhante à cerâmica, tem uma textura porosa e o cheiro a café que emana amplia a sua dimensão sensorial.

O intuito deste projeto é oferecer ao utilizador todas as virtudes do café, reutilizando o subproduto originado pelo seu consumo.



14. Candeeiros feitos com o material *Decafé*.

Morning Ritual

de Paola Sakr, 2016

"We often generate waste before our day even begins." (Sakr, 2016)

A designer libanesa criou uma série de contentores biodegradáveis, inspirados na memória do cheiro a café que o seu pai bebia enquanto lia o jornal. O nome Morning Ritual provém dos dois materiais utilizados, resíduos de café e folhas de jornal. A autora sublinha que este projeto é um exemplo de como o design pode transformar desperdício alimentar em novos produtos.

Um novo material que remete a atenção do observador para uma reflexão sobre o desperdício causado pelo consumo mesmo "antes do dia começar".

T.L. : Geramos frequentemente desperdícios antes mesmo do nosso dia começar.



Após os resíduos serem recolhidos em cafés locais, são misturados com um aglutinante natural, até obter uma pasta homogénea. A mistura é delicadamente moldada à mão com a ajuda de alguns moldes. A cor final e o aroma de cada peça são frutos dos tipos de café utilizados.



15. a 17. Contentores feitos com o novo material.

Totomoxtle

de Fernando Laposse, 2015

O milho faz parte da identidade do México, onde é um dos alimentos mais consumidos, produzidos e exportados. Utilizando a palha de milho, um subproduto abundante da indústria alimentar local, Fernando Laposse desenvolveu o projeto Totomoxtle. O seu sucesso potenciou o aparecimento de novos ofícios em comunidades desfavorecidas, que passaram a poder valorizar um material outrora desperdiçado. Ao mesmo tempo, proporcionou o reaparecimento de diferentes espécies de milho, de cores diversificadas, que tinham perdido o seu interesse comercial, e cuja palha passou assim a ser utilizada como revestimento de parede, mobiliário e outros produtos.

Este projeto é demonstrativo do poder transformador do design, e da influência positiva que pode ter numa sociedade.

18. Grupo de mulheres trabalhadoras do projeto.



19. Fernando Laposse fotografado por Emilio Diaz.

Red Mud

de Joris Olde Rikkert, Guillermo Whittembury, Kevin Rouff e Luis Paco Bockelmann, 2019

O projeto *Red Mud "From Wasteland to Living Room"*, criado a partir de subprodutos tóxicos da indústria do alumínio, pretende sensibilizar as pessoas para o impacto dos materiais utilizados no quotidiano.

O grupo de designers e investigadores estudaram o potencial destes recursos, contrariando a sua condição de desperdício. Trabalhando com fábricas, laboratórios de pesquisa e ceramistas, o resíduo industrial é transformado em peças de cerâmica, vidrados e cimentos geopoliméricos⁷.

"We need to reevaluate the term 'waste', which is in reality an asset that can and should be used." Joris Olde Rikkert, (MaterialDistrict, 2019)

⁷geopolímeros são materiais inorgânicos, tipicamente de cerâmica, aluminossilicato e formam uma ligação covalente com outros materiais amorfos. (wikipedia, 2021)

T.L. : Precisamos de reavaliar o termo "desperdício", que na realidade é um ativo que pode ser usado.



20. Amostras de geopolímero feitas com lama vermelha vitrificada.



21. Peças feitas através do material Red Mud.

A lama vermelha (red mud) é também conhecida como resíduo de bauxite, um subproduto da indústria do alumínio, onde mais de 150 milhões de toneladas são produzidas a cada ano e abandonadas em aterros sanitários.



22. Lamas Vermelhas da fábrica ALTEO.

Silo

de Joost Bakker, 2011

Silo é o primeiro restaurante no mundo com o conceito de desperdício zero. Nasceu do desejo de inovar a Indústria Alimentar “respeitando” o meio ambiente, ao utilizar todo o conteúdo do alimento, sem desperdícios, desde a casca ao osso.

O projeto engloba várias formas de reduzir desperdício, quer nos produtos, quer nas receitas servidas no restaurante. O mobiliário e os utensílios de mesa são feitos com materiais que iriam ser descartados, como sacos de plástico, embalagens de alimentos, garrafas de vinho, contentores, e até com os próprios alimentos quando já não têm condições para serem consumidos.



Os candeeiros são produzidos através de micélio⁸ desenvolvido através dos subprodutos da produção de cerveja.

⁸Micélio, conjunto dos filamentos (hifas) que constituem a parte vegetativa dos fungos. (Porto Editora, 2021)

23. Candeeiro do restaurante Silo, em Londres.

Fazem os seus próprios alimentos, as suas farinhas, leite ou conservas de forma a manter todos os nutrientes e evitar qualquer desperdício.

Possuem também o seu próprio compostor de alimentos que pode gerar até 60 kg de composto em apenas 24 horas. A diminuta quantidade de resíduos produzidos pelo restaurante, permite que o equipamento seja partilhado com os vizinhos, residentes e outros estabelecimentos comerciais, que assim valorizam os seus resíduos alimentares.



24. Refeição no Silo.



25. Várias refeições servidas no Restaurante Silo.

Merdacotta

Gianantonio Locatelli, Luca Cipelletti, Gaspare Luigi Marcone e Massimo Valsecchi, 2015



26. Loiça feita a partir de Merdacotta.

O projeto *Merdacotta* despontou da vontade do empresário agrícola Gianantonio Locatelli, produtor de leite para queijo Grana Padano, e de um grupo de associados, em utilizar os dejetos de animais, que provinham das suas explorações, onde são produzidos por dia mais de 30,000L de leite e 100T de estrume. Com a ajuda do arquiteto Luca Cipelletti, desenvolveram este projeto para reutilizar os resíduos orgânicos na criação de produtos.

A quantidade significativa de estrume servia até então para fertilizar os campos e produzir energia para a fábrica. Ainda assim sobravam grandes quantidades.

Surgiu então a ideia de criar produtos fabricados com uma mistura de barro vermelho e dejetos. Inspiraram-se na tradicional construção de *wattle-and-daub*⁹, utilizando os métodos e princípios dos nossos antepassados. Este material sustentável é caracterizado pela sua leveza, resistência às variações de temperatura e boa aparência.

Com o material *Merdacotta* foram criados vasos decorativos, telhas, tijolos e utensílios diversos.

⁹Quincha, "wattle-and-daub", técnica antiga que consiste numa mistura de palha, matéria orgânica e dejetos de animais para fazer muros. in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, <https://dicionario.priberam.org/quincha> [consultado em 24-05-2021].



27. Museo della Merda em Castelbosco, Itália.

Os resíduos passam por um tratamento através de um digestor industrial que extrai a ureia e o gás metano, produzindo energia que é utilizada para os mecanismos da fábrica, restando apenas o material seco com odor neutro. Desta forma, são aproveitados os resíduos na sua totalidade.

Na sequência deste projeto, foi criado o “*Museo della Merda*” onde os visitantes podem conhecer todo o processo de fabrico de *Merdacotta* e podem adquirir produtos feitos a partir deste material.

4. Barro de Café



28. Barro de café, barro vermelho com 15% de borras de café.

Descrição do projeto

Como referido anteriormente, o projeto *Barro de Café* teve origem no interesse em reutilizar um subproduto da indústria alimentar. O caminho percorrido conduziu à escolha das borras de café, como objeto de estudo. A verificação da sua compatibilidade com pastas cerâmicas e as qualidades que em tese se poderiam obter desta combinação, levaram a que o trabalho se centrasse no seu estudo e desenvolvimento.

O desenvolvimento dos produtos teve como principais diretrizes o material e as suas características, o processo de conformação e as suas limitações, assim como a sua adequação a determinadas funções.

De forma a determinar as suas fragilidades e aptidões, foram realizados testes laboratoriais centrados no seu comportamento mecânico e na sua relação com a humidade, e nos benefícios que a porosidade do material pudesse potenciar através desta relação.

O longo processo de desenvolvimento teve, como base, a experimentação de diversos processos de conformação, onde foi explorada a capacidade plástica da pasta, demarcando as suas limitações.

As peças desenhadas e produzidas, procuraram essencialmente evidenciar as características e particularidades identificadas, explorando-as em contextos onde fossem pertinentes.

Exploração de materiais

No processo de criação do material foi necessário fazer um levantamento de informação sobre pastas cerâmicas, de maneira a conhecer mais sobre cada uma. Foram explorados materiais cerâmicos como faiança, barro-vermelho, grés e porcelana.

A faiança foi o primeiro material a ser testado. Este consiste numa matéria cerâmica de cor branca, plástica e porosa, sendo uma das argilas mais utilizadas no mercado, pois existe em grande abundância nos solos portugueses (Arfai, 2018).

A sua cozedura dá-se entre 900 °C – 1280 °C, possui baixa resistência mecânica e necessita de acabamento de vidrado para ficar impermeável.

Seguidamente, testou-se o barro vermelho, caracterizado pela sua cor, naturalmente avermelhada devido à sua composição rica em óxido de ferro. A cozedura é de baixa temperatura, por volta dos 900°C – 980°C, apresentando baixa resistência mecânica e alta porosidade, necessitando um acabamento de vidrado para torná-lo impermeável.

O grês é um material feito a partir de uma mistura de argila de grão fino, plástica, sedimentária e refratária que suporta altas temperaturas, entre 1150 °C e 1300 °C. Caracteriza-se pela sua elevada resistência mecânica, e por vitrificar na cozedura (Callister, 2006).

A porcelana é uma matéria-prima de cor branca, que quando cozida com uma espessura fina fica quase translúcida. É constituída por matérias-primas como argila, quartzo, caulino e feldspato, que apesar de serem comuns às outras pastas, diferem nos critérios de seleção de qualidade, o que a torna tão específica nas suas características. Coze a uma temperatura entre 1270 °C e 1400 °C, vitrifica, tem um elevado nível de resistência mecânica, uma baixa porosidade e alta densidade (Costa Verde, 2018).

Após a análise destes materiais, foi necessário comparar as características das pastas, com e sem resíduos de café, de forma a determinar as diferenças físicas e de comportamento induzidas por este material.

As pastas cerâmicas utilizadas eram genéricas e comercializadas em estabelecimentos locais.

As borras de café são um material orgânico, biodegradável e rico em metais alcalinos e alcalino-terrosos, características que podem ser uma vantagem na formulação de pastas cerâmicas à base de argila e substituir os feldspatos, que tem vindo a encarecer e a escassear. As utilizações de borras de café têm assim o potencial de reduzir não apenas o consumo natural de matéria-prima cerâmica, mas também os custos de produção, assim como a redução da sua deposição em aterro (Manni et al., 2019).

Não existindo um sistema de recolha seletiva de resíduos de café que permitisse obter as quantidades necessárias à realização do projeto, procedeu-se a uma recolha em cafés restaurantes.

Um dos propósitos do trabalho era reutilizar todo o tipo de resíduos de café independentemente da sua granulometria, espécie ou cor, pelo que não houve lugar a qualquer tipo de seleção após a recolha do material.



29. Borras de café, colhidas localmente.



30. Moer a pasta.

Preparação da pasta

Havendo o objetivo de preparar pastas quer para a caracterização laboratorial, quer para a produção das peças, optou-se por uma metodologia que permitisse uma reprodutibilidade tão rigorosa como possível das suas características.

O método utilizado para a preparação da pasta foi igual para todos os materiais cerâmicos explorados.

Foram utilizados “charutos” de pastas cerâmicas, tal como eram vendidos no mercado, com uma consistência que permite a sua imediata utilização. Estes foram cortados em pequenos pedaços, e colocados na mufla durante 24h a 50°C, de forma a secarem completamente. Este processo foi necessário para ambas as matérias (argila e borras de café), de forma a determinar o peso em seco. Foi assim possível calcular a percentagem de borras de café que seria utilizada, e misturar a água.

Para obter o peso total da pasta, é feito o seguinte cálculo:

$$\text{Peso Total} = \frac{\% \text{ BC} \times \text{Kg A}}{\% (\text{Kg A} - \% \text{ BC})}$$

BC - Borrás de Café; A - Argila



31. Pedacos de argila prontos para ir para a mufla.



32. Borrás de café recolhidas ainda húmidas.



33. Borrás de café secas na mufla.



34. Secagem das borras de café na estufa.

ver vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=K3iEFxUPiu0&t=92s>



35. Barro vermelho e borras de café, secos.

Entendeu-se que para homogeneizar a pasta era necessário que a argila, juntamente com as borras de café, fossem submersas durante algum tempo, como no processo tradicional de fazer barbotina. Colocou-se água até cobrir a superfície da pasta, que se deixou amolecer durante 24h.

Após a pasta cerâmica absorver a água necessária para obter a consistência plástica, o excesso de água foi retirado. Por fim uniformizou-se a pasta com uma máquina misturadora, obtendo uma consistência mais espessa do que barbotina.

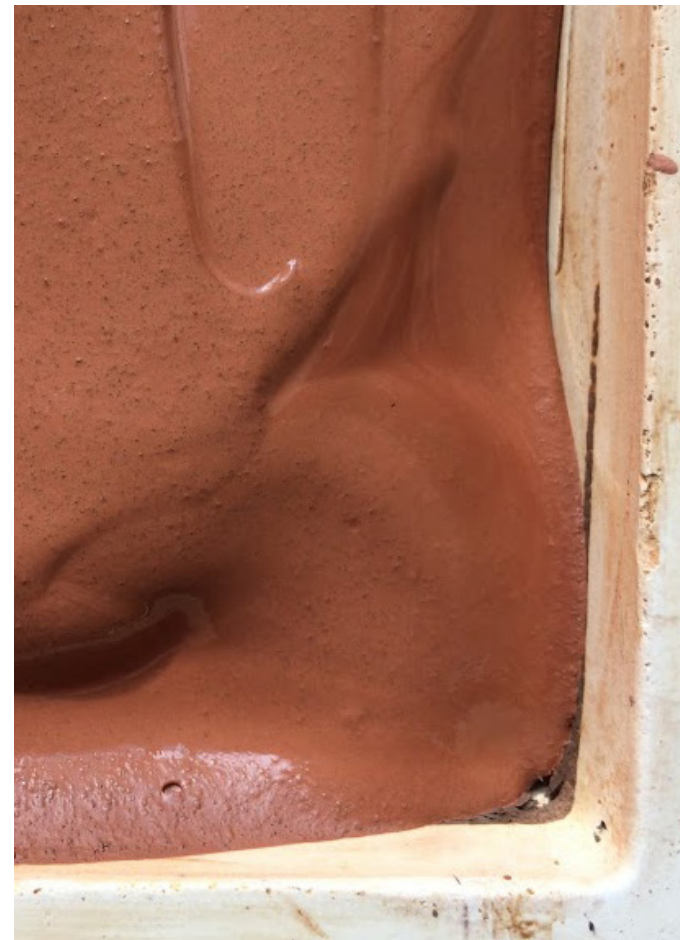
As borras, ao serem misturadas com argila (líquida), formam uma pasta mais espessa do que o habitual, o que faz com que seja necessário menos água e, conseqüentemente, menos tempo de secagem. Ao adicionar as borras às pastas cerâmicas, estas aumentam de volume.



36. Colocação de água na mistura de argila com borras de café.



37. Uniformização da mistura com misturadora elétrica.



38. Secagem da pasta em molde de gesso

Posteriormente, a pasta é vertida em placas de gesso próprias, para absorverem água até esta alcançar a densidade desejada.

A cerâmica é um material sensível ao ambiente em que se encontra. Assim sendo, os tempos de secagem variam, dependendo da temperatura a que está exposta.

Embora as técnicas utilizadas fossem habituais no processo cerâmico, houve a necessidade de ir adequando as mesmas às particularidades físicas trazidas pela adição das borras de café às diferentes pastas.



39. Vertimento da mistura em molde de gesso.



40. e 41. Secagem da pasta a temperatura ambiente.



42. Pasta líquida, argila vermelha com borras de café.



43. e 44. Pasta plástica, pronta para amassar e modelar manualmente.



45. Textura da pasta ainda crua. Barro vermelho com 15% de borras de café. Peça modelada através de olaria.



46. Textura da pasta cozida a 980°C. Barro vermelho com 15% de borras de café. Peça modelada através de olaria.

Reciclar e conservar a pasta

O método de reciclar a pasta, é o igual ao das pastas cerâmicas convencionais. Deve-se secar a pasta na estufa ou a temperatura ambiente, moer e guardar em ambiente seco.

Para voltar a usar a pasta, é necessário humedecer, colocando água até obter a consistência pretendida (via líquida ou plástica) para usar.

Os resíduos de café não delimitam este processo, o único comportamento que altera é de dilatação quando entram em contacto com humidade e contração quando secam.

Caso a pasta fique muito tempo em contacto com humidade, a matéria-orgânica começa a deteriorar.



47. Pasta seca, pronta para ser moída com o rolo de madeira. Barro vermelho com 15% borras de café.

Vidrar o material

A intenção de utilizar material em objetos de interação com a água, gerou a necessidade de impermeabilizar os mesmos, ou parte deles, conforme o uso que lhes seria atribuído.

Testou-se o processo em objetos produzidos com as diferentes pastas, verificando-se resultados muito semelhantes. A porosidade do material conduziu a uma grande absorção de vidro, permanecendo a superfície com muitos poros abertos (49. e 50.)o que impossibilitou a impermeabilização.

A adição de várias camadas de vidro, não conduziu a uma melhoria significativa do resultado.

Como tal, foram testadas outras técnicas, colocando engobe¹⁰ líquido de pasta cerâmica (sem resíduos), na superfície que se pretendia vidrar e impermeabilizar.

Esta técnica revelou bons resultados em termos de impermeabilização, pelo que se optou por utilizá-la nas peças a desenvolver.



¹⁰Engobe, consiste num revestimento à base de argila destinado a ser aplicado numa peça de cerâmica.
<https://dicionario.priberam.org/engobe>

48. e 49. Na esquerda peça vidrada com engobe, na direita peça vidrada sem engobe.



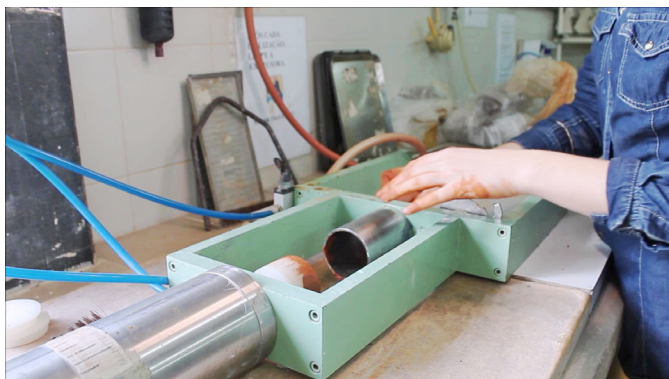
50. Peça de barro vermelho, vidrada de branco.

Caracterização da pasta

Produção de provetes

Para proceder aos diferentes ensaios laboratoriais, foi necessário produzir pelo menos 25 provetes, de forma a seleccionar 15 provetes¹⁰ (cilíndricos) perfeitos, com 10cm de comprimento e 1cm de diâmetro de cada pasta cerâmica (faiança, barro vermelho, grés e porcelana), com e sem resíduos de café, para testar e comparar as suas propriedades de resistência mecânica, absorção de humidade, porosidade, densidade, plasticidade e peso.

Em termos de quantidades de resíduos a utilizar, iniciou-se com proporções de 5%, 10%, 15% e 20%. Sendo que este processo se tornou demasiado moroso e verificando-se uma grande fragilidade do material na proporção de 20% assim como uma diferença residual na proporção de 5%, optou-se por testar pastas com adição de 15% de borra de café.



¹⁰O método utilizado no Cencal, prevê o ensaio de pelo menos 15 provetes direitos secos a 110°C e arrefecidos em exsiccador¹².

¹²Exsiccador, é um instrumento de vidro que permite extrair o excesso de água numa amostra de uma substância. Serve principalmente para manter uma amostra num ambiente o menos húmido possível. (Exsiccador - Banco de Imagens da Casa das Ciências, sem data)

¹³Anel de Buller é um anel cerâmico que permite ter um indicador do efeito da cozedura na cerâmica (Anel Buller - indicador do efeito da cozedura na cerâmica | Loja do Mestre Brás, sem data)

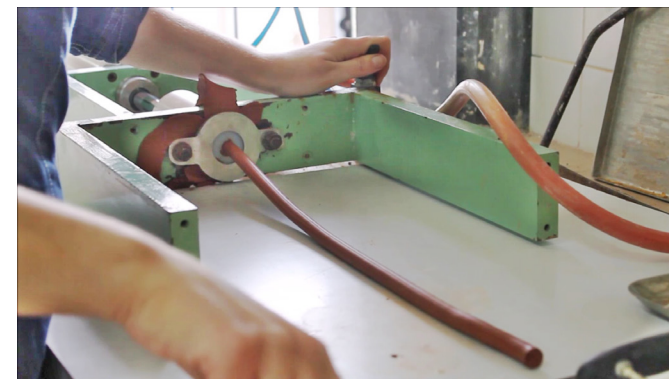
51. Extrusora de provetes.

¹⁴Micro-CT acrónimo de (Micro-computed tomography), microtomografia computadorizada de raios X. (Bruker, sem data-b)

¹⁵SEM acrónimo de (Scanning Electron Microscopy), ou seja microscopia eletrónica de varrimento (scanner). (Paralab, sem data)

¹⁶FTIR-ATR acrónimo de (Fourier transform infrared spectroscopy - Attenuated Total Reflection-Fourier Transform Infrared) FTIR é uma espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier, e ATR é a técnica de Reflexão total atenuada. (Bruker, sem data-a)

52. Extrusão de provetes.



53. Corte de provetes.

Colocaram-se os provetes em bandejas e foram secos em estufa a 110°C, durante 24 horas. Cada conjunto de 10 provetes, dependendo do material cerâmico, foi cozido a diferentes temperaturas: faiança e barro vermelho a 980°C, grés e porcelana a 1270°C. Foram utilizados anéis de buller¹³ para verificar a temperatura de cozimento.

Foram seguidamente realizados ensaios de flexão, humidade, absorção e contração. Os provetes foram também submetidos a algumas análises como Micro-CT¹⁴ para observar a homogeneidade da porosidade do material, SEM¹⁵ para obter uma análise morfológica e FTIR-ATR¹⁶ para uma análise dos elementos químicos dos materiais.



- 1 Barro vermelho
- 2 Porcelana
- 3 Faiança
- 4 Grês

s/ b. café

c/ 15% b. café

54. Fragmentos de provetes para teste, secos, não cozidos.



- 1 Barro vermelho
- 2 Faiança
- 3 Porcelana
- 4 Grês

c/15%café

c/15%café

c/15%café

s/café

55. Fragmentos de provetes para teste, cozidos.



56. Provetes de barro vermelho com 15% de resíduos de café.



57. Provetes de faiança com 15% de resíduos de café



58. e 59. Provetes para teste.

Ensaio

Ensaio de flexão

O ensaio de flexão consiste na aplicação de uma carga na amostra/provete a meia distância dos seus apoios designa-se assim por ensaio de flexão a três pontos ou ensaio de dobragem.

O equipamento utilizado foi o Zwick Material Prüfung modelo (Zwick 1120) disponibilizado pelo Cencal das Caldas da Rainha (60.). Foram testados todos os materiais cerâmicos, grês, porcelana, barro vermelho e faiança com e sem resíduos de café para comparar os resultados finais.

Este ensaio baseia-se na avaliação do comportamento de materiais cerâmicos após a dobragem, podendo restringir-se apenas à observação morfológica ou à determinação de forças associadas à deformação dos elementos ensaiados.

Com este tipo de ensaios, pretende-se observar o comportamento do material à deformação em flexão e em simultâneo aferir a sua suscetibilidade à falha por rotura.

O seguinte ensaio realizou-se com os provetes cozidos, os de baixa temperatura a 980°C e os de alta temperatura a 1020°C.

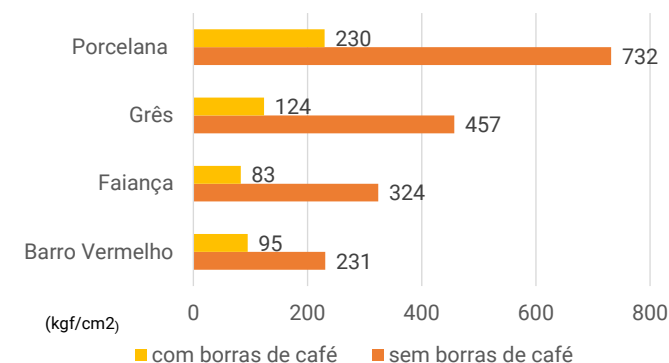


60. Ensaio de flexão.

O valor da módulo de rotura está em formato kgf/cm², recorrendo à seguinte formula:

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{(8 \times F \times L)}{(\pi \times D^3)}$$

F - força indicada no mostrador (N);
L - distância entre os dois pontos fixos de apoio do provete (7 cm);
D - diâmetro do provete (cm);
 π - Pi - Constante de Arquimedes ou número de Ludolph - 3,14.



61. Gráfico dos resultados do ensaio de flexão.

Podemos observar no gráfico (61.) que os resultados com e sem borras são muito diferentes, sendo que com borras o material perde uma média de $\approx 29\%$ de resistência mecânica, comparativamente ao material sem borras. Sendo que a porcelana foi o material que perdeu mais resistência mecânica com uma perda de $\approx 50\%$, seguidamente do grês com $\approx 33\%$, a faiança com $\approx 24\%$ e por fim o barro vermelho com $\approx 4\%$.

Teste de humidade

Este teste serve para determinar a humidade existente no material antes e depois de ser submetido ao processo de cozedura no forno.

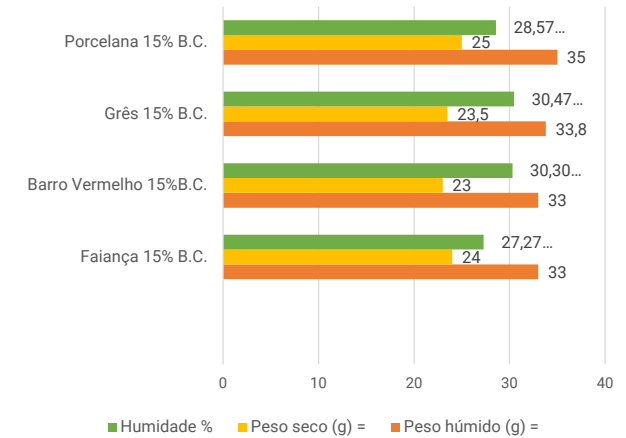
Para isso, os provetes foram pesados em estado verde e após o cozimento. A diferença indica a humidade total. Para realizar o teste foi utilizada a seguinte fórmula de cálculo:

$$\% \text{Humidade Total} = \frac{ph - pc}{ph} \times 100$$

ph - peso húmido; pc - peso cozido



62. Provetes de faiança, pasta verde.



63. Gráfico Humidade total do material.

¹⁷ **Plasticidade** é a propriedade que permite a deformação contínua e permanente, sem rutura, de certos materiais, sob a ação de forças que excedem determinados valores. (infopedia, sem data)

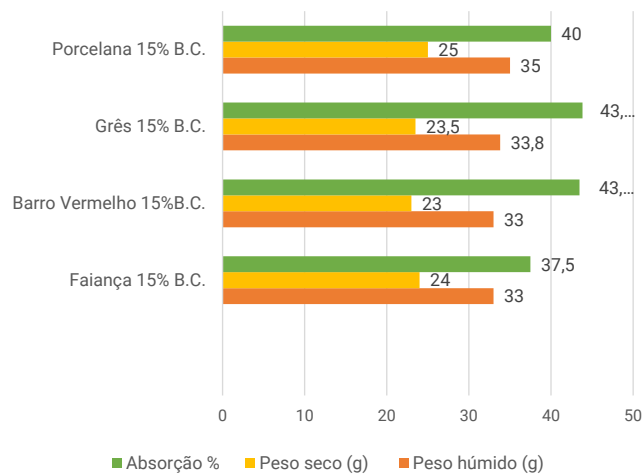
No gráfico (63.), foi possível avaliar a humidade total da pasta antes de ser cozida, e entender qual a percentagem de humidade para atingir a plasticidade¹⁷ mais favorável para ser modelada, resultando em ≈29%.

Teste de absorção

Este ensaio determina a absorção de água por parte do material cozido. Começou-se por pesar a amostra preparada, já cozida (chacota) e registar o valor da pesagem. Mergulhou-se a amostra num recipiente com água à temperatura ambiente durante 24 horas (64.). Limpou-se a amostra levemente com um pano húmido e pesou-se de novo. Registou-se o valor obtido de peso húmido (ph). Foi usada a seguinte fórmula para calcular a absorção de água:

$$\% \text{Absorção Total} = \frac{ph - pc}{pc} \times 100$$

ph - peso húmido; ps - peso seco; pc - peso cozido



65. Gráfico, Absorção total do material.

No gráfico (65.), analisando os testes de absorção foi possível concluir que todas as matérias absorvem uma média de $\approx 41\%$ de água. O barro vermelho e o grês são os materiais que mais absorvem, seguindo-se a porcelana e a faiança.

Teste de contração

Depois de executar e identificar as amostras, e com elas ainda verdes, foram feitas duas marcas distanciadas entre si exatamente 50 mm (Ch) com ajuda de um paquímetro (66.).

Colocaram-se as amostras na estufa a 110°C durante 24h. Mediu-se a distância entre as duas marcas (Cs), colocando novamente o paquímetro nas mesmas marcas. Registou-se os valores de Ch e Cs e cozeram-se as amostras junto a um anel de Buller. Após a cozedura, mediu-se de novo a distância entre as duas marcas (Cc) e registou-se também este valor.

Foram usadas as seguintes fórmulas para calcular a percentagem de contração húmido/seco (H/S), seco/cozido (S/C) e total:

$$\% \text{ Contração (H/S)} = \frac{\text{Ch} - \text{Cs}}{\text{Ch}} \times 100$$

$$\% \text{ Contração (S/C)} = \frac{\text{Cs} - \text{Cc}}{\text{Cs}} \times 100$$

$$\% \text{ Contração Total} = \frac{\text{Ch} - \text{Cc}}{\text{Ch}} \times 100$$

Ch - Contração húmida; Cs - Contração seca; Cc- Contração cozida



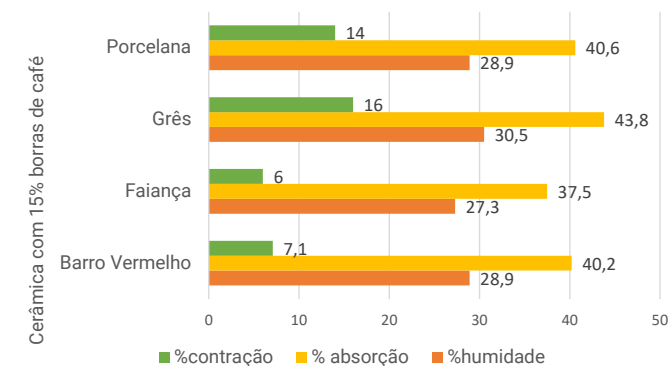
66. Marcação em provetes crus, com paquímetro.



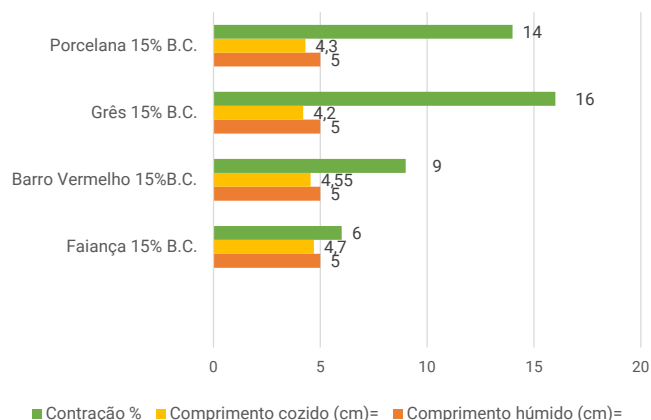
67. Provetes de porcelana com borras de café, cozidos.

Observando o gráfico (68.) é possível chegar a conclusão que os materiais contraem uma média de 11% após o cozimento.

Comparação de resultados



69. Gráfico comparativo de contração, absorção e humidade.



68. Gráfico, Contração total do material final.

Avaliando o gráfico 69. conclui-se que a pasta de porcelana e o grês com 15%/g de resíduos foram os materiais que obtiveram maiores percentagens de contração, adquiriram novas características de absorção devido à ausência das borras depois do cozimento do material. A humidade da pasta manteve-se semelhante aos restantes materiais. Ainda com base nos resultados apresentados no gráfico 69., em comparação aos materiais cerâmicos sem resíduos, concluiu-se que a argila, ao ser misturada com as borras de café perde resistência mecânica, contém uma maior humidade, aumenta a porosidade e absorve uma maior percentagem de água.

Micro-CT

Micro-computed tomography

Microtomografia computadorizada

A microtomografia computadorizada usa uma fonte de raios X com voltagem ajustável, proporcionando uma radiografia em 3D. Utiliza sensivelmente a mesma técnica da tomografia hospitalar, numa escala menor e com melhor resolução da imagem. Este ensaio não danifica a amostra.

Esta técnica foi aplicada para um espécime-provete cozido do material cerâmico com e sem café.

Os parâmetros de varredura de aquisição foram:

- tamanho do pixel da imagem de 14,01 μm ;
- tensão da fonte de 50 kV;
- tempo de exposição de 5500 ms;
- passo de rotação de 0,9 graus;
- média de quadros de 3;
- filtro de 0,25 Al.

Após a digitalização, o procedimento de reconstrução da amostra foi realizado no software NRecon, utilizando o CTAn¹⁸ que permitiu a avaliação da porosidade, através do CTVOx¹⁹ e através do DataViewer²⁰ é possível observar a estrutura interna em 3D e quantificar os poros em microescala.

O equipamento utilizado foi o Micro-CT, Scansky (1174v2) da Bruker.

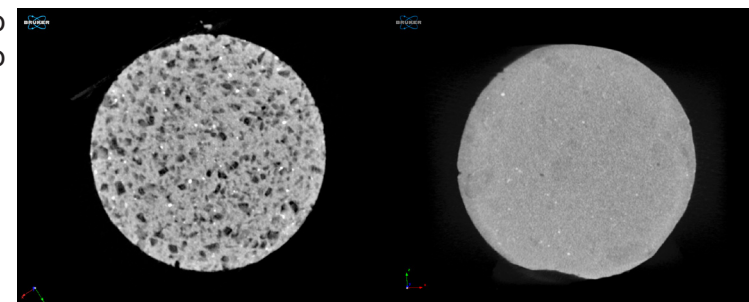
Na figura 70., é possível encontrar do lado esquerdo os provetes com borras de café e do lado direito os provetes sem borras.

¹⁸CTAn, é um programa para determinar parâmetros quantitativos e produzir modelos/imagens a tempo real. (SkyScan, 2010)

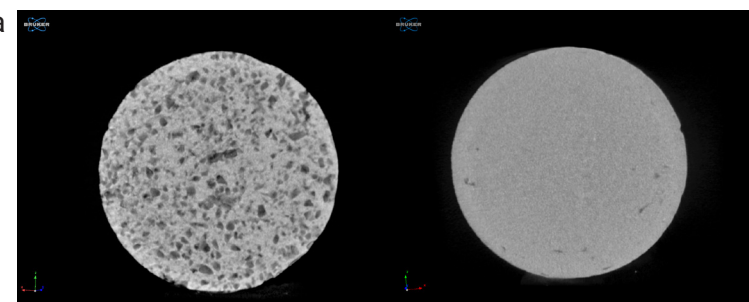
¹⁹CTVOx, é um programa de renderização de volume de amostras. (Blue Scientific, sem data)

²⁰DataViewer DataViewer é uma software utilizado para visualizar, processar, analisar e converter resultados de medições de componentes de micro-ondas em diferentes tipos de arquivos de dados. (50ohm Technologies, sem data)

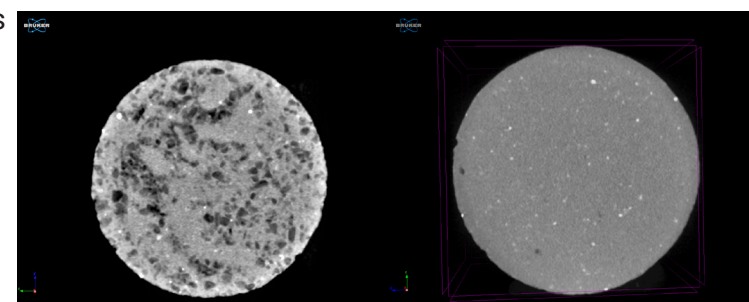
Barro Vermelho



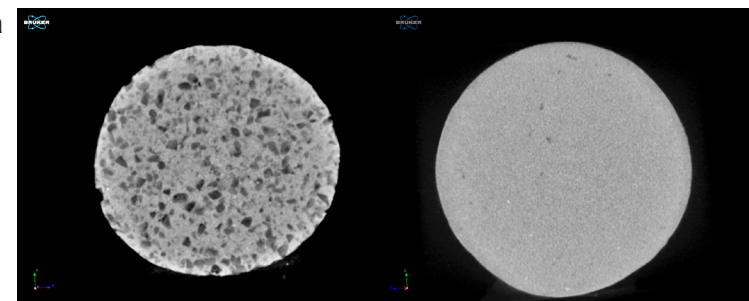
Faiança



Grês



Porcelana



70. Imagens Micro-CT.

SEM

Scanning Electron Microscopy
Microscopia Eletrônica de Varrimento

Para a análise morfológica da pasta cerâmica foram analisadas algumas amostras por microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando um equipamento Vega3 Tescan (Tescan, Brno, Czechia), operando a uma tensão de aceleração de 15 kV, em aumentos variáveis.

As amostras foram fixadas num stub (suporte próprio) de latão com fita dupla-face e posteriormente tornadas eletricamente condutivas por revestimento com película fina de ouro/paládio (Au/Pd), por pulverização catódica, utilizando o equipamento sputter coater (Quorum Technologies).

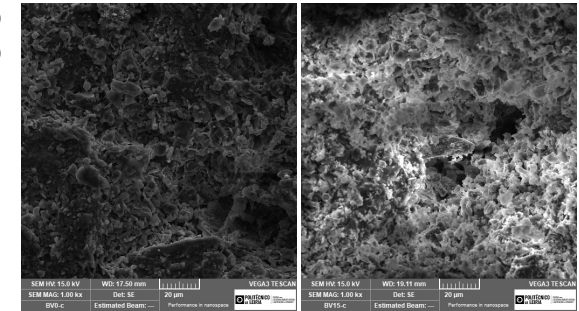
A análise SEM permite mostrar a profundidade e textura do material, enquanto que a análise Micro-CT apenas mostra uma imagem 2D de uma fatia do provete, ou seja apenas a superfície do material.

Na figura 71. encontram-se os provetes com borras de café no lado esquerdo e no lado direito sem borras.

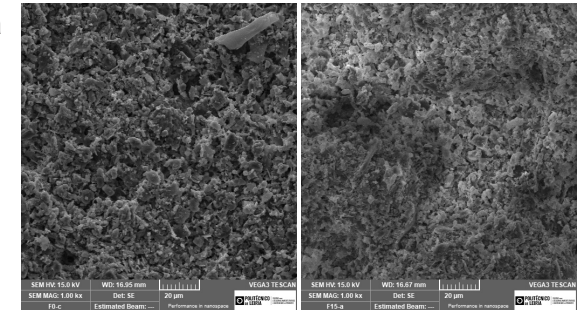
Observações

As imagens 70. e 71. das análises de Micro-CT e SEM revelaram que a estrutura das amostras é extremamente porosa. Entendeu-se que existe uma conformidade na quantidade de poros situados no interior do material. Apesar disso, é possível observar que os poros não são regulares, variando de tamanho por todo o material.

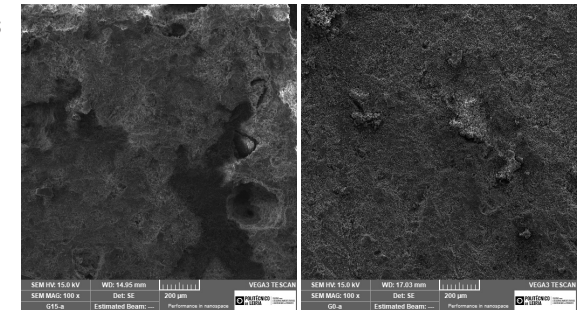
Barro Vermelho



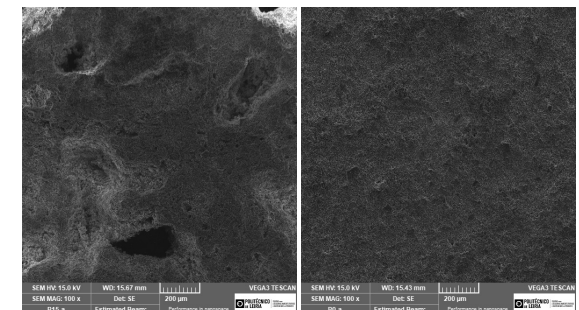
Faiança



Grês



Porcelana



71. Imagens SEM.
Auria da Doutora
Juliana Dias, CDRSP.

FTIR-ATR Spectroscopy

Fourier transform infrared spectroscopy
- Attenuated Total Reflection

Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier

Esta análise indica-nos a composição química dos materiais através de uma espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier, com reflectância total atenuada (FTIR-ATR) (Alpha FT-IR Bruker, Bélgica) foi realizada nas amostras de cerâmica, com e sem borras de café. Todos os testes foram realizados em à temperatura ambiente, com resolução de 4cm⁻¹, 64 varreduras em uma faixa espectral de 400-4000 cm⁻¹.

Após a varredura, os picos de absorbância relevantes em relação ao número de onda (cm⁻¹) foram analisados através do software Opus.

Os resultados confirmaram que a estrutura de argila permanece intacta, sem alterações químicas provocadas pela incorporação do café.

Na figura 71., é possível encontrar o Relatório técnico da análise, realizado pela Engenheira Bioquímica Rita Fonseca, bolsreira de investigação do CDRSP, Marinha Grande.

No relatório 72., podemos observar na tabela 1. que os resultados da análise química do material com e sem borras permaneceu semelhante, sendo que quimicamente não existem alterações.

Relatório FTIR-ATR

As análises de FTIR-ATR (Espectroscopia de Infra-Vermelho com Transformada de Fourier) realizaram-se utilizando o espectrofotómetro *Alpha FT-IR Bruker, Belgium*. Os espectros foram obtidos com recurso a uma célula de diamante, com uma resolução de 4 cm⁻¹, num intervalo de 4000 a 500 cm⁻¹, e 64 varrimentos. O software utilizado foi o *Opus*.

FTIR é uma técnica baseada na absorção de radiação infravermelha (IV) pela amostra. Ligações químicas específicas absorvem diferentes frequências de radiação em diferentes quantidades, resultando num espectro de FTIR, onde se podem ver as bandas características dos compostos cerâmicos em análise. Da análise das amostras cerâmicas em causa, Porcelana, Grés, Faiança e Barro vermelho é possível diferenciar vários picos de energia absorvida no IV, pelo facto de as ligações químicas das moléculas possuírem frequências de vibração específicas e portanto vibram de diferentes maneiras.

Da análise dos picos em ambas as amostras cerâmicas Grés, Porcelana, Faiança e Barro vermelho, com e sem tratamento, e portanto com e sem café respetivamente, os picos ~ 450 cm⁻¹, ~ 797 cm⁻¹ e ~ 1074 cm⁻¹ encontram-se fortemente destacados (tabela 1).

Tabela 1- Principais picos de espectroscopia de infravermelho de amostras cerâmicas.

Classificação	Picos (cm ⁻¹)			
0% café	Grés	450	797	1062
	Faiança	456	798	1085
	Porcelana	452	797	1061
	Barro Vermelho	450	799	1066
15% café	Grés	450	796	1074
	Faiança	455	796	1084
	Porcelana	452	798	1089
	Barro Vermelho	451	798	1067

Estes dados remetem-nos para o facto de ambas as amostras serem quimicamente muito semelhantes, facto evidenciado pela sobreposição dos picos. Sugerem ainda, ainda que em proporções/percentagens diferentes, a presença de Caulim, um minério composto de silicatos hidratados de alumínio. As vibrações moleculares entre as unidades poliméricas, destes silicatos, vão levar a que a intensidade relativa dos modos de flexão e extensão da ligação Si-O seja diferente, de cerâmica para cerâmica.

Observa-se de acordo com a figura 1, que as bandas correspondentes aos modos vibracionais, das amostras cerâmicas em causa situam-se por volta dos 500 e dos 1000 cm⁻¹. De facto um estudo liderado por Colomban, evidenciou a presença de silicatos (SiO₄), mostrando que os dois modos vibracionais, de flexão e extensão, situam-se da mesma forma por volta dos 500 e dos 1000 cm⁻¹(Colomban 2005). O modo de flexão é mais intenso para estruturas amorfas compostas por tetraedros de SiO₄ ligados em ciclo- ou tecto-silicatos cristalinos, ou em qualquer estrutura de aluminosilicatos, promovidas pelo uso de feldspatos como material fundente, apresentando uma banda mais intensa por volta dos 480 cm⁻¹(Colomban 2005). De facto ambas as amostras, sugerem a presença destes silicatos ao apresentarem uma banda muito bem definida na ordem dos 450 cm⁻¹, destacando-se tal como relatado na bibliografia (Colomban 2005) uma maior intensidade do pico na Porcelana e no Grés, evidenciando a sua presença de feldspato enquanto material fundente.

72. Relatório técnico
FTIR-ATR, pag.1/5 da
autoria da mestre Rita
Fonseca, CDRSP.

PASTAS	Resistência Mecânica em Cru (kgf/cm ²)	Resistência Mecânica em Cozido (kgf/cm ²)	% de Contração
			H/S
Faiança	47,07	324,27	5,2
15%Café+Faiança	21,71	83,95	6
Barro Vermelho	62,55	231,51	5,3
15%Café + Barro Vermelho	31,66	92,67	7,1
Grés	93,16	457,93	7,4
15%Café + Grés	49,43	124,09	8,8
Porcelana	18,66	732,68	6,7
15%Café + Porcelana	12,04	230,06	8

% de Contração		% de Absorção	COZEDURA NO FORNO	%Humidade
% de Contração S/C	% de Contração Total		Temperatura (°C)	
5,8	5,5	31,8	970°	26,8
6,6	6,3	37,5	970°	27,3
6,8	6,5	36,9	970°	28,7
9	8,5	43,5	970°	30,3
6,7	13,7	37,2	1270°	26,5
7,3	14,7	43,8	1270°	30,5
5,8	13,9	34	1270°	25
6,5	14	40	1270°	28,5

73. Tabela de caracterização de pastas.

Processo de exploração do projeto

De forma a entender qual a melhor técnica para trabalhar a pasta cerâmica, foram realizados vários testes com as diferentes técnicas tradicionais como:

- **Enchimento (slip-casting) - via líquida;**
- **Técnica manual de “bola” - via plástica;**
- **Prensa por molde manual e mecânica - via plástica;**
- **Lastra - via plástica;**
- **Olaria em torno - via plástica;**
- **Fabrico aditivo - via plástica.**

Enchimento (slip-casting)

Via líquida

Por enchimento de via líquida (slip-casting) produziram-se peças com moldes existentes na oficina de cerâmica da escola.

Reparou-se que, devido à baixa densidade dos resíduos de café, após a barbotina ser preparada e colocada no molde, os resíduos permaneciam na superfície enquanto a pasta cerâmica, com uma densidade maior, colava-se às suas paredes. Foi utilizado o tempo normal de espera para o molde absorver a barbotina, entre a 15-20min.

Concluiu-se que as peças, uma vez retiradas do molde, não continham os resíduos de café uniformemente distribuídos. Ou seja, estes mantinham-se em maior quantidade na parte interior da peça, enquanto a parte exterior consistia de uma fina camada de pasta cerâmica sem resíduos.

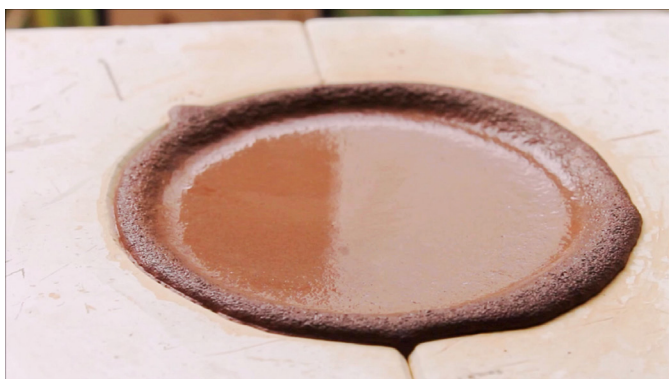
Foi assim possível obter uma peça muito porosa por dentro, cuja superfície exterior seria facilmente impermeabilizada.



74. Barbotina de barro vermelho.



75. Barro vermelho com resíduos de café, formação de parede.



76. Barro vermelho com resíduos de café, formação de parede.



77. e 78. Enchimento em molde, faiança com borras de café.

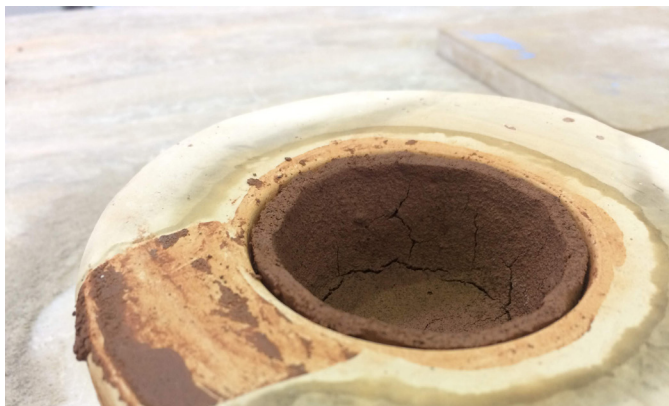


79. Porcelana com borras de café.

Foi possível realizar algumas peças através desta técnica, apesar de ter algumas complicações, tais como:

- Os moldes de gesso ficavam demasiado húmidos devido à matéria orgânica utilizada que retinha muita água, sendo apenas possível fazer uma peça por dia, pois o molde tinha de secar na estufa durante 12h para ficar bem seco.

- Deste tipo de conformação resultavam peças muito quebradiças.



80. Barro vermelho com borras de café. Fendas na secagem da pasta.



81. Peça por enchimento via líquida, porcelana com borras de café.



82. Desmoldar uma peça.



83. Peças de porcelana com borras de café.



84. Peças de porcelana com borras de café.

Técnica de bola

Via plástica

As formas pretendidas foram modeladas manualmente a partir de uma bola de pasta. Beliscando gentilmente a pasta com as pontas dos dedos e com ajuda do polegar, foi sendo rodada a peça e elevada a sua parede com muita atenção para não rasgar.

O comportamento do material com os resíduos de café mostrou-se muito semelhante ao material sem resíduos. As peças finais obtinham poros em toda a área de uma forma homogénea, ao contrário da técnica por enchimento em molde de gesso.

Apesar da pasta ser facilmente modelável através desta técnica, esta apenas foi utilizada para testes, dada a dificuldade e morosidade do processo, sobretudo em peças de maiores dimensões ou formas mais específicas.



85. Bolas amassadas, barro vermelho com resíduos de café.



86. Bolas amassadas, grês com resíduos de café.



87. Peças finais, pasta crua. Barro vermelho, faiança e grês com borras de café.



88. Barro vermelho com borras de café.



89. e 90. Barro vermelho com borras de café. Peça cozida.



Lastra

Via plástica

O processo inicia-se utilizando um pedaço de pasta com consistência plástica não muito húmida. Após serem retiradas as bolhas de ar, a pasta foi colocada na mesa da laminadora de lastras, colocou-se um pano por cima e foi passado o rolo algumas vezes.

A espessura da lastra é definida através da laminadora. Neste caso, considerando a pouca plasticidade da pasta devido à presença de matéria orgânica, assim como a necessidade de a peça ser colocada na vertical, optou-se por uma espessura 1 cm. Caso contrário esta seria demasiado fina e não se iria sustentar.

Após obter a lastra, foi utilizado um molde com a forma cilíndrica pretendida. A base foi obtida através de outra lastra com a mesma espessura, cortada com ajuda de uma faca de madeira. Para promover a união entre as peças, foram riscadas as zonas de contato de ambas, e pinceladas com lambujem. Esta operação permite uma "fusão" entre as peças, consolidando a colagem.

Após a forma estar pronta, envolveu-se em papel de jornal, e foi borrifada diariamente com água durante 2-3 dias, de forma a secar lentamente, evitando assim o surgimento de fendas.

Quando o material da peça adquiriu uma consistência mais sólida, retirou-se o molde cilíndrico e deixou-se secar completamente à temperatura ambiente para não sofrer contrações.



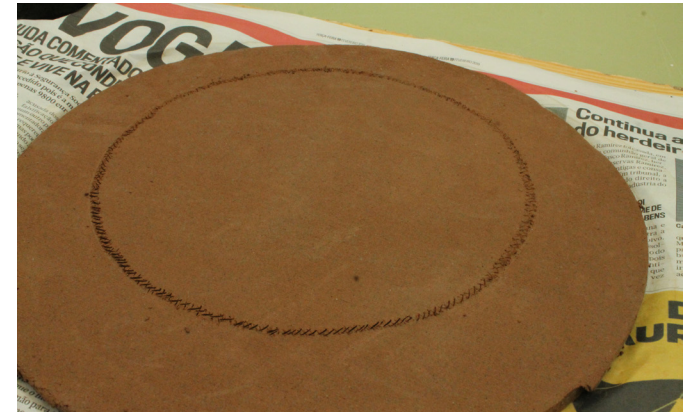
91. e 92.
Pedacos de pastas.
Barro vermelho e faiança
com borras de café.

A peça final contém uma porosidade muito homogênea, assim como as características específicas do processo de conformação por lastra, como as juntas da colagem visíveis.

Para além desta técnica revelar algumas limitações em termos de formas possíveis de executar, geralmente resumidas a geometrias simples, observam-se também algumas fendas devido à sensibilidade plástica da pasta, e às colagens manuais.



93. e 94. Barro vermelho com borras de café. Preparação das lastras.



O jornal húmido serve para que a secagem seja lenta, evitando fendas. Durante o processo foi possível observar a decomposição da matéria orgânica.



95. a 96. Barro vermelho com borras de café. Montagem da peça final.



97. Peça final a secar. Faiança com borras de café.



98.e 99. Peça final a secar. Barro vermelho com borras de café.

Durante a secagem da peça as borras decompõem criando cores e texturas, formadas pelo bolor (fungos), desaparecendo após a cozedura.



100. Peça cozida. Faiança com borras de café.

Prensagem mecânica e manual

Via plástica

Realizaram-se ensaios de peças com uma prensa hidráulica. O equipamento e os moldes, de azulejos, foram disponibilizados pela instituição Cencal - Caldas da Rainha.

A pasta resultou bem com esta técnica, não obteve roturas, e a forma do molde ficou bem delineada.

Uma vez que esta técnica permite apenas a produção de peças de geometria aberta, com conformação por molde e contramolde, não foi utilizada para as peças finais.



101. Peças realizadas através de prensa pneumática. Grês e borras de café.



102. Processo de secagem a temperatura ambiente. Grês e borras de café.



103. Peças cozidas a alta temperatura (1270°C).



104. e 105. Peças feitas através de prensagem manual, usando um molde de madeira. Tijolos, barro vermelho e borras de café.

Roda de oleiro

Via plástica

Foram modeladas manualmente peças na roda de oleiro, utilizando a pasta com a mesma consistência plástica das técnicas de “bola” ou “lastra”, misturando apenas alguma água consoante a necessidade.

Ensaíram-se peças de grande dimensão. Observou-se que não havia grandes alterações quando comparadas com pastas convencionais, embora fosse mais difícil de trabalhar, fruto da sua menor plasticidade.



106. Técnica de roda de oleiro. Barro vermelho com borras.



107. a 108. Teste de peças, pela autora. Barro vermelho e faiança com borras de café.



109. a 110. Peças teste realizadas por um estudante de olaria, no Cencal. Barro vermelho e faiança com borras de café. Peça crua e peça cozida.



111. e 112.
Contentores realizados
por Hugo Graça. Barro
vermelho com borras de
café. Peça crua e peças
cozidas.

Fabricação Aditiva

Via plástica

O processo de fabricação aditiva em cerâmica, consiste numa "fieira" cuja deslocação e posicionamento são controlados por computador, permitindo por sobreposição de camadas obter formas tridimensionais.

²¹Nozzle, nome técnico para "ponta" ou boca de extrusora.

Foram utilizados os equipamentos 3D Robocasting e Delta Wasp Clay 40100. A sua principal diferença reside nas dimensões de área e filamento de impressão. Devido à gramagem das borras foi necessário usar um nozzle²¹ com pelo menos 2mm de diâmetro.

Neste processo a pasta necessitava de uma consistência mais fluída (menos densa) comparativamente às técnicas usadas anteriormente (bola, lastra ou olaria).

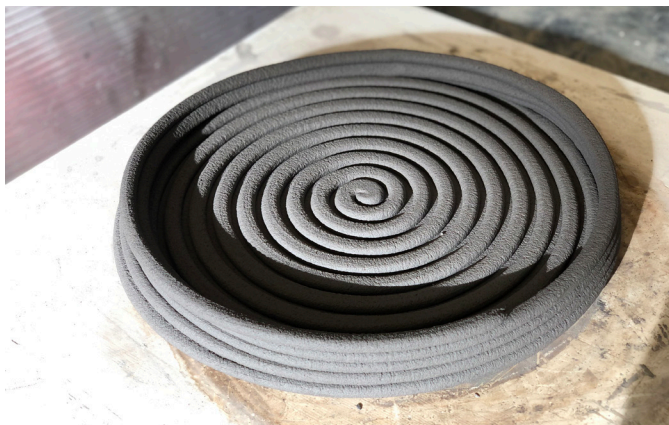
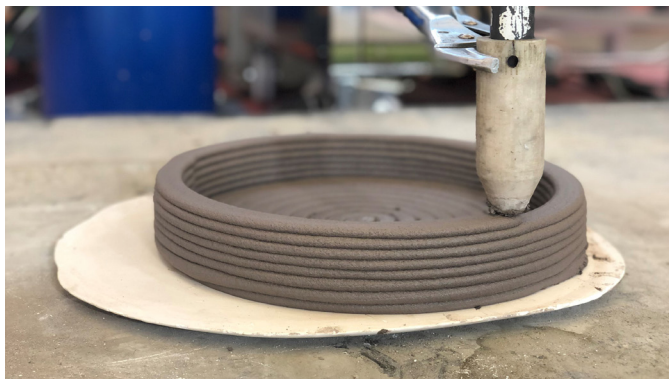
Foram produzidas peças de grandes dimensões e com formas irregulares. Foi possível concretizar algumas peças que através de outras técnicas seriam impossíveis de realizar.

Esta foi a técnica que tornou possível obter melhores resultados, em termos de exploração de formas, adequação da pasta e resistência estrutural.

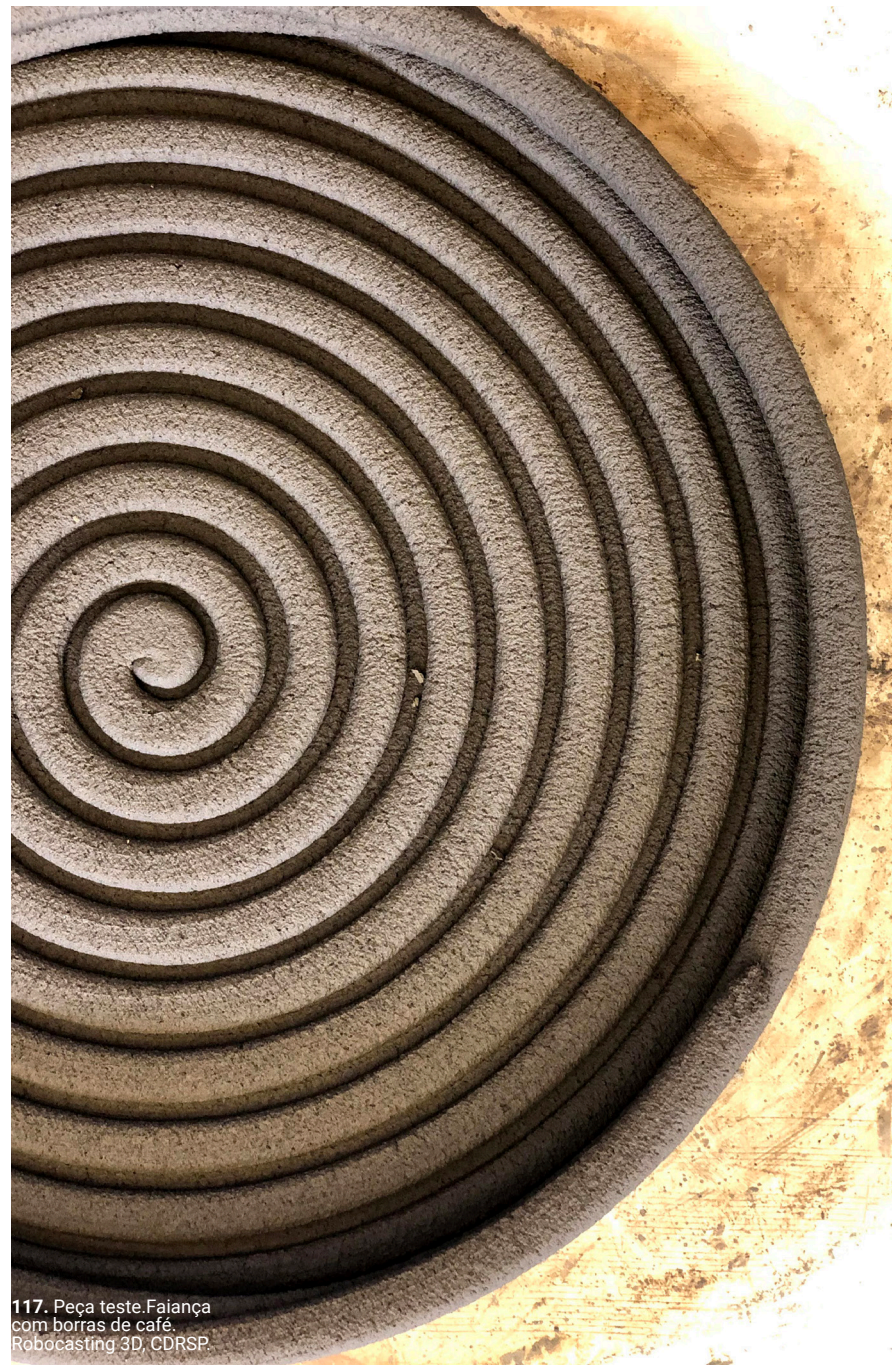
Para obter uma consistência plástica ideal, é necessário que a pasta contenha $\approx 36\%$ de humidade.

113. Primeiro teste
construído através
de fabricação aditiva.
Porcelana com borras de
café. Delta Wasp Clay,
ESAD-CR.

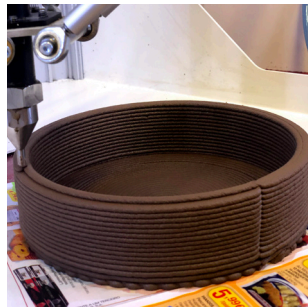
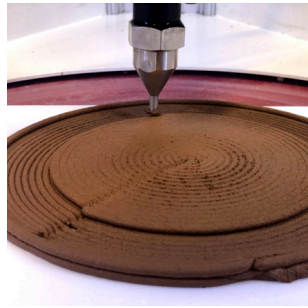
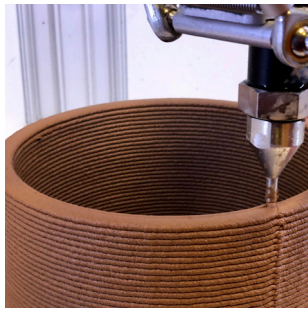




114. a 116. Peças teste.
Faiença com borras de café.
Robocasting 3D,
CDRSP.



117. Peça teste. Faiença
com borras de café.
Robocasting 3D, CDRSP.



118. a 123. Peças teste.
Barro vermelho e
porcelana com borras
de café. Delta Wasp Clay
40100, CDRSP.

Ao longo dos testes concluiu-se que a pasta apresentava melhor desempenho nas técnicas onde era permanentemente manipulada como olaria e fabricação aditiva. Nestes casos, o material encontra-se em agitação contínua, fazendo com que a sua fluidez se mantenha constante.

Na generalidade das técnicas experimentadas, verificou-se uma maior dificuldade na concretização de peças de grandes dimensões, dadas as limitações inerentes à falta de plasticidade do material.

Ao longo do processo de fabricação aditiva foram detetados outros constrangimentos, como algumas limitações em termos da geometria das peças, contrações do material e secagem abrupta.

Estas questões de difícil controlo, acabaram por influenciar o aspeto estético das peças.

Escolha do material

A maior parte das amostras foram produzidas em barro vermelho e porcelana com 15% de resíduos de café. Estes dois materiais revelaram-se adequados devido às características de resistência e porosidade que ofereciam, a porcelana por ser mais resistente mecanicamente, e o barro vermelho por ser naturalmente poroso e tradicionalmente conhecido pelo seu bom desempenho nos contextos de utilização considerados no projeto.

Produtos

Após o desenvolvimento da pasta e caracterização do material, foi possível iniciar a conceção de objetos, pertinentes no quadro das características identificadas.

Pequenos contentores foram surgindo como experiências de formas.

Colocou-se água para observar qual seria a reação, verificando-se que o material a absorvia e retinha. A água era libertada lentamente dependendo da temperatura e humidade envolvente.

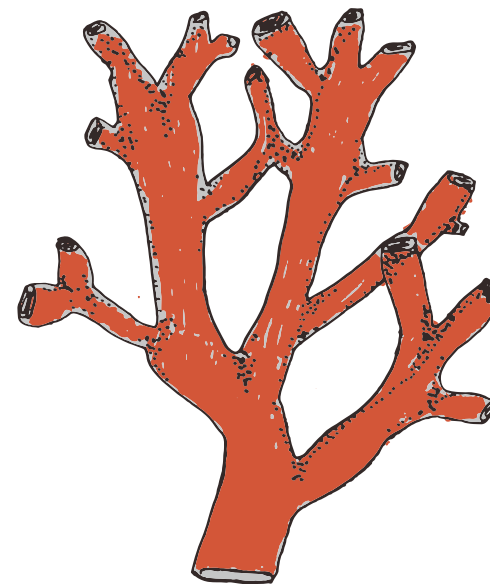
Cada produto surgiu assim, da interação com o material e da curiosidade em experimentar as características observadas.

Assim, surgiram naturalmente questões como a limpeza e manutenção de meios aquáticos, a conservação de alimentos sem recursos energéticos, o aumento de qualidade do substrato de plantas, a melhoria de qualidade de ar e aumento de humidade em ambientes secos.

Os produtos apresentados dividem-se em quatro tipologias, interligados pela água:

- Filtros difusores de ar;
- Contentores frescos;
- Vasos;
- Humidificadores de plantas e de ar.

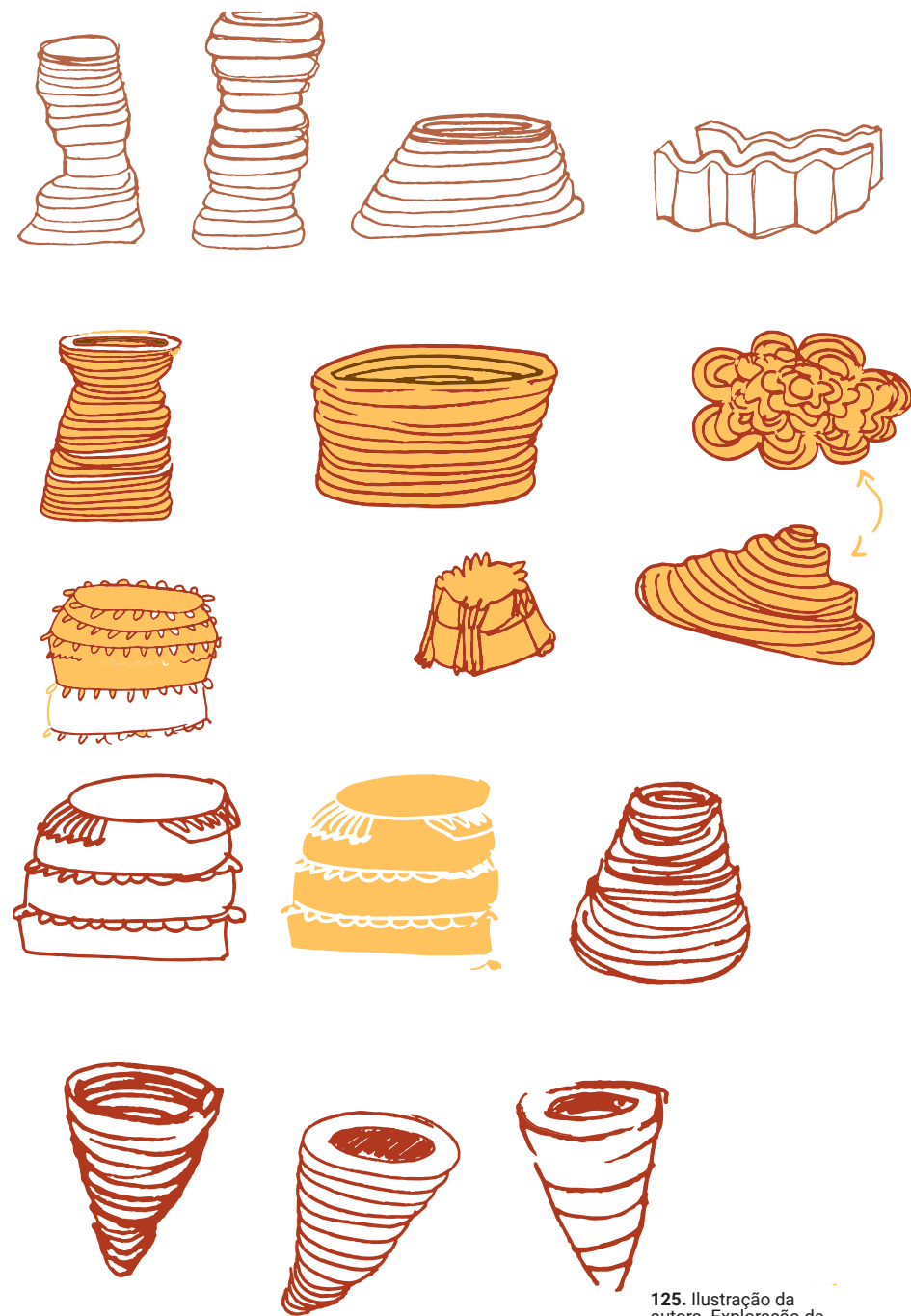
Exploração de formas



124. Ilustração da autora. Alga marinha.

Considerando as especificidades do material foi necessário entender e adaptar as formas à técnica utilizada. Começou-se então, por criar geometrias simples, cónicas e cilíndricas.

O avanço do projeto e o aprofundar do conhecimento sobre as técnicas e a pasta, permitiu explorar formas mais complexas e orgânicas, de modo a testar as possibilidades plásticas do material, na criação de peças mais orgânicas e adaptadas aos ambientes em que se iam integrar.



125. Ilustração da autora. Exploração de formas.



126. Protótipos teste e finais, com as várias técnicas. Porcelana com 15%/g de borras de café.

O filtro difusor de ar surgiu de uma parceria com uma colega de mestrado, Rute Carreira que desenvolvia o projeto de um sistema aquapónico.

Foi identificada a necessidade de criar uma alternativa de filtro difusor de ar, e deste modo surgiu a ideia de testar o material cerâmico desenvolvido, poroso e resistente à água, para esta funcionalidade.

Foram primeiramente produzidas algumas formas cilíndricas, para testar a hipótese colocada. Fizeram-se também alguns protótipos por via plástica, em roda de oleiro (127.). Testaram-se peças maciças e ocas, tendo as primeiras proporcionado melhores resultados (128.).

O filtro ao estar ligado a uma bomba de ar faz com que a água esteja em constante movimento, soltando pequenas bolhas de oxigénio e outros gases necessários para um ambiente saudável, melhorando assim a qualidade da água.



Foi testado durante 30 dias consecutivos, com bomba de ar (EHEIM air 200mbar). Não apresentou deterioração no material.

127. Protótipo inicial, feito através de moldagem manual na roda de oleiro. Modelo Cilindro 1.



128. Protótipo inicial, feito através de moldagem manual na roda de oleiro.

Os poros do material ajudam a reter as bactérias nitrificantes que transformam a amónia em nitritos e posteriormente em nitratos, que são o alimento das plantas. A amónia é uma substância tóxica produzida pela decomposição de matéria orgânica (fezes, urina, restos de comida, folhas, etc.).

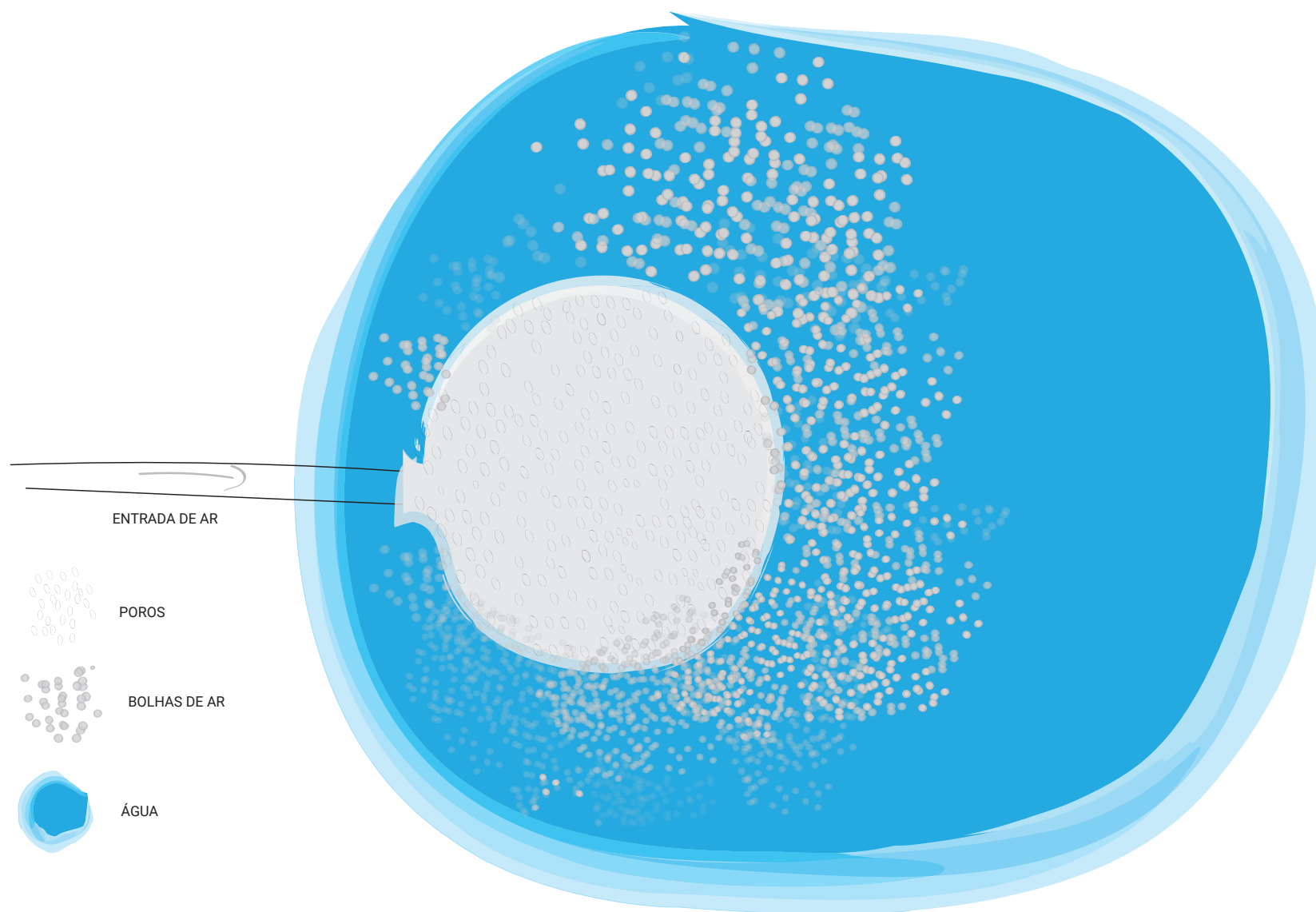
Verificou-se que as peças realizadas com esta pasta provocavam uma maior quantidade e menor dimensão das bolhas de ar, comparativamente aos filtros existentes no mercado, tornando a sua ação mais eficiente.

O material cerâmico utilizado foi porcelana com 15% de resíduos de café, por ser mais resistente.

Foram feitas peças utilizando diferentes técnicas de fabrico de forma a entender se existiam divergências nos resultados, tendo-se constatado que estes eram idênticos.

Apesar de se terem obtidos melhores resultados nas peças produzidas através de técnicas manuais, optou-se por produzir peças através do processo de fabrico aditivo, por ser mais rápido e permitir uma maior liberdade de formas.

O material ao ser conectado com uma bomba de ar, e submergido em água, liberta uma elevada concentração de bolhas de ar.



129. Ilustração do fenómeno arejador do material.

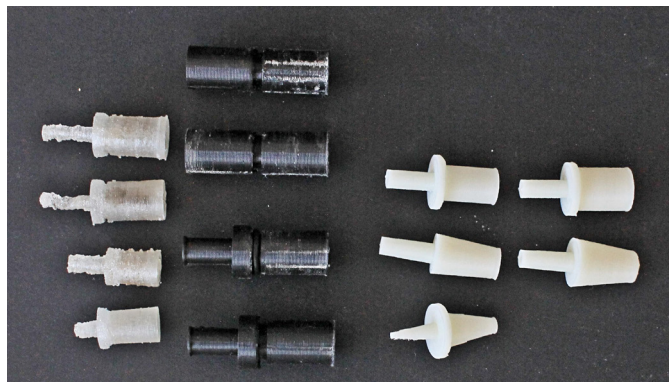
Era agora necessário criar uma ligação entre a peça e o tubo de entrada de ar, que fosse simples de operar e garantisse uma boa vedação de forma a maximizar a formação de bolhas.

Inicialmente foi feita uma pequena abertura cilíndrica com o mesmo diâmetro do tubo da bomba de ar para que este fosse introduzido no interior peça, mas devido à pressão, a ligação tinha de ser vedada com outro material, como cola ou silicone, o que não era viável como solução funcional.

Posteriormente foi pensado criar no próprio desenho da peça um pequeno acrescento cónico, de forma que fosse possível introduzir diretamente o tubo de ar, mas tornou-se inviável, pois ficava demasiado frágil e acabava por partir.

Por fim desenharam-se adaptadores com diferentes formas e tamanhos na procura da solução mais eficiente. Os adaptadores foram impressos em 3D, com diversos materiais como TPE¹⁵, PLA¹⁶ e ABS¹⁷.

O TPE demonstrou-se interessante pela sua grande flexibilidade, adaptando-se rapidamente ao furo da peça. Os testes comprovaram no entanto que este era muito poroso e frágil, deixando ar escapar pelo próprio material do adaptador. O PLA e o ABS demonstraram-se muito semelhantes nas suas características, tendo-se optado pelo ABS por ser mais resistente a longo prazo.



130. Protótipos dos adaptadores, peças de ligação das peças com a bomba de ar.

¹⁵ **TPE** (Termoplástico Elastómero) com base de poliuretano e outros aditivos. (FilaFlex TPE UltraSoft 70A | Filament2Print, sem data)

¹⁶ **PLA** (Poliácido láctico) é um plástico biodegradável que se obtém a partir do amido de milho, beterraba e do trigo. (PLA Premium Preto | Filament2Print, sem data)

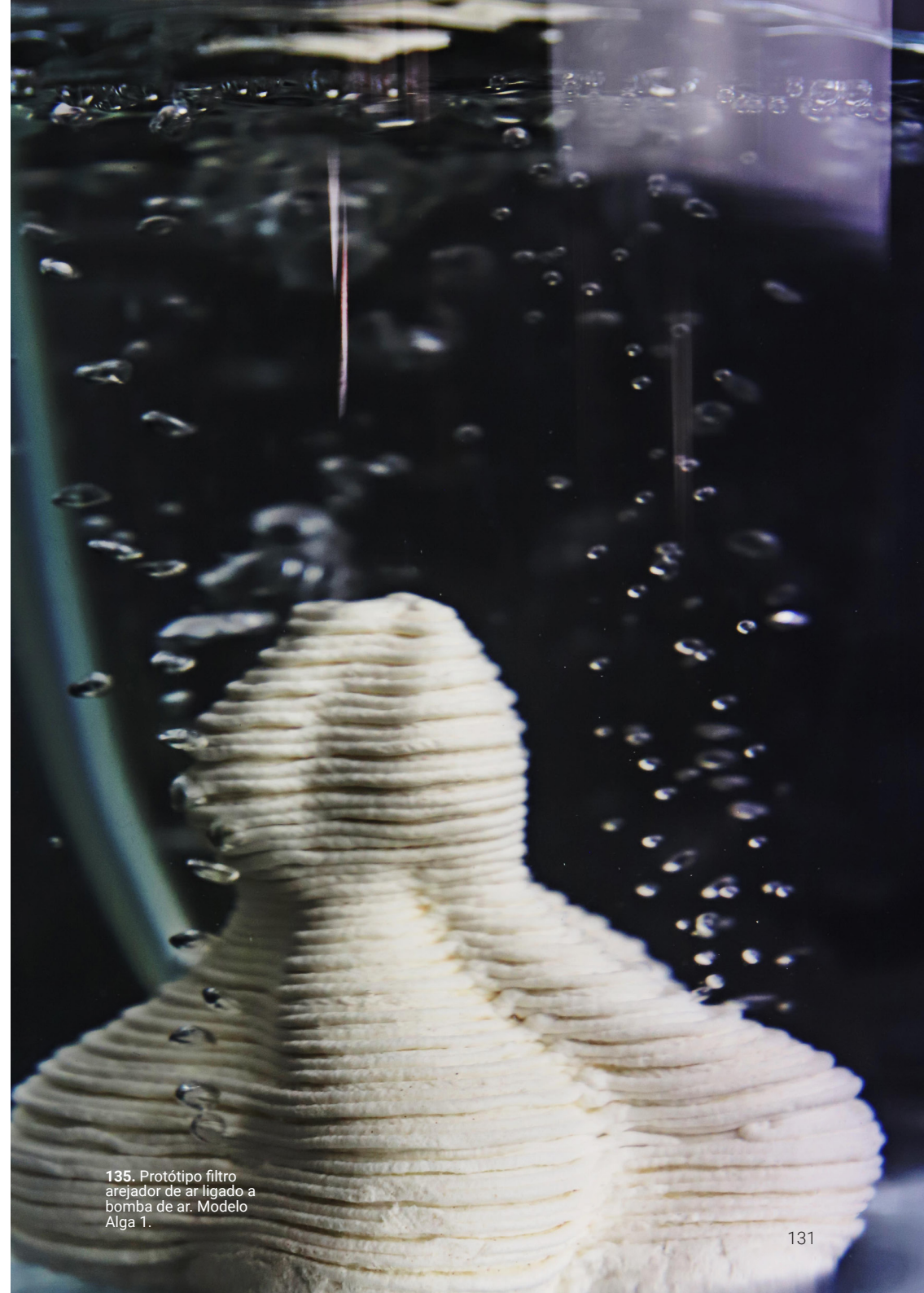
¹⁷ **ABS** é um polímero composto por três materiais, acrilonitrilo, butadieno e estireno. (ABS Premium Branco | Filament2Print, sem data)



131. e 132. Protótipo escolhido. Peça com adaptador.



133. e 134. Protótipo
filtro arejador de ar.
Modelo Alga 1.



135. Protótipo filtro
arejador de ar ligado a
bomba de ar. Modelo
Alga 1.



136. Protótipo filtro arejador de ar ligado a bomba de ar. Modelo Alga 2.



137. Modelo Alga 2.
138. Modelo Alga 3.
139. Modelo Alga 4.
Protótipos filtros arejadores de ar.



140. e 141. Modelo
Alga 5.



142. Modelo Alga 5,
ligado a bomba de ar.

Contentores

Frescos, para conservar alimentos



143. Contentores frescos e vasos. Barro vermelho e Terracota com 15% de borras de café.



Devido às características porosas e filtrantes, o barro vermelho é tradicionalmente utilizado para fazer filtros de água, vasos, contentores de bebidas, entre outros.

Os vasos e contentores foram projetados a pensar nas propriedades do barro vermelho e na porosidade extra que ganhou com as borras de café.

O material faz com que o ar circule e o seu interior permaneça mais fresco do que a temperatura exterior, proporcionando assim uma maior qualidade e frescura aos alimentos ou substratos.

Adicionalmente, o material retém água que vai evaporando, oferecendo frescura e apenas a humidade necessária para plantas, o que levou logo a considerar que seria benéfico para algumas espécies que não necessitem de muita água.

As peças foram desenhadas com formas simples, cilíndricas, focando-se no melhor desempenho da função procurada e na adequação à técnica de produção seleccionada.



As suas formas altas e cilíndricas foram pensadas para colocar garrafas de bebida. O material permite que o interior da peça permaneça mais fresco ~5°C, comparativamente à temperatura exterior.

144. e 145. Contentores frescos e vasos. Barro vermelho e Faiença com 15% de borras de café.



146. a 149. Contentores frescos humedecidos, com alimentos.



150. Contentor fresco humedecido.



O material, após o cozimento, permanece ~15% mais leve, em comparação a materiais cerâmicos sem matéria-orgânica.

151. e 152. Contentores frescos e vasos. Barro vermelho, 15% de borras de café.

Os contentores podem ser utilizados para armazenar bebidas ou alimentos. Para tornar esta vantagem mais eficaz é possível mergulhar ou borrifar a peça com água. Esta lentamente absorverá o líquido que, ao evaporar, diminuirá a temperatura do interior do recipiente.



153. Contentor fresco com fruta. Barro vermelho, 15%/g de borras de café.



154. a 157. Técnicas para humedecer os contentores. Tornando o material mais fresco.



Vasos

leves e porosos





160. Vasos com planta
Dracaena trifasciata.

Foram usadas em testes espécies como *Monstera*, *Dracaena*, *Araceae*, *Caryophyllales*, entre outras. A utilização dos vasos durante alguns meses revelou resultados bastante satisfatórios.

O contentor absorve a água e faz com que as raízes não permaneçam com quantidades excessivas de água. O material ao ser poroso faz com que a área interior fique mais fresca e consiga “respirar” o que melhora significativamente a qualidade do substrato.



161. Pormenor do
material do vaso.

Este modelo foi desenhado a pensar na união do humidificador para plantas com o vaso.

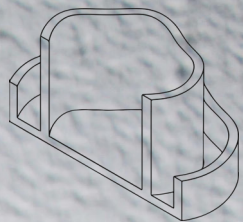
A porosidade do material permite que a água colocada no cone de irrigação, seja lentamente transmitida ao corpo do vaso que por sua vez a libertará para a planta ao longo de um maior período de tempo.



162. Pormenor da aba/bolsa, do material do vaso.



163. Modelo vaso com aba.



corte frontal



*Com a base vidrada, de
forma a não molhar
superfícies.*

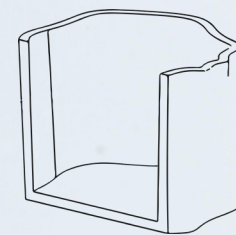
164. Modelo vaso duo.



165. Pormenor. Modelo
vaso duo.



166. Vasos terracota, pequenos.



corte frontal



168. Vaso terracota, grande.

Humidificadores

de plantas



Os humidificadores de plantas e de ar surgiram do mesmo raciocínio do produto anterior. Da libertação de água através da porosidade do material.

As formas dos humidificadores são cónicas e contém uma cavidade no interior permitindo que a sua utilização seja intuitiva.

169. Humidificadores, tamanho grande e pequeno.



170. Pormenor do material e da cavidade, humidificador.



171. Colocação do humidificador no substrato.

Os humidificadores de plantas são introduzidos pelo seu vértice na superfície do substrato, e na cavidade coloca-se a água, onde vai ser lentamente absorvida pelo material e consequentemente vai humedecer o substrato. Dependendo da textura do mesmo, se este estiver demasiado seco o processo será mais rápido, caso o substrato esteja muito húmido, demorará mais tempo a libertar água.



172. Colocação de água dentro da peça.

Este produto foi pensado para a utilização de plantas interiores. Em situações onde o utilizador não consiga regar regularmente as suas plantas.

Por vezes, existe uma fraca manutenção de plantas causada pelo exagero de rega ou seca, este humidificador permite ajudar a regular as regas, não retirando importância ao facto de que cada planta seja diferente e necessite de um tratamento adequado.

Estas peças foram testadas durante meses em diversas espécies de plantas e comprovou-se que efetivamente existe uma melhoria nas questões de rega e seca de substrato.



173. Sugestão de utilização da peça.



174. Pormenor da peça.

Humidificadores

de ar



175. Humidificadores de ar. Barro vermelho com 15% de borras de café.

Os humidificadores de ar funcionam de uma forma semelhante aos de plantas. Através do seu material poroso são libertadas partículas de água que posteriormente evaporam, humedecendo assim o ambiente.



176. Humidificador de ar. Modelo Vulcão tamanho médio.

Este produto demonstra-se mais eficaz quando em ambientes mais secos. Foi realizada uma análise de evaporação (ver p.177), recriando um ambiente seco, onde se concluiu que, em média, as peças humedecem até ~67% ambientes com ~25% de humidade.



177. Colocação de água na cavidade da peça.



É possível criar pontos de humidade específicos, como em espaços com plantas. Ajudando assim, a manter um nível de humidade equilibrado e saudável.

178. Humidificador com água, modelo Vulcão, pequeno.



179. Colocação de água na cavidade interior da peça. Absorção de humidade nas paredes.



180. Colocação de água na cavidade interior da peça.



A água é introduzida no orifício que se situa no topo da peça, vai descendo e preenchendo todos os poros das paredes do material.

181. Humidificador exposto à luz natural.



182. Humidificador,
modelo Vulcão,
grande.



183. Sugestão de
utilização.
Humidificador em
escritório.

5. Conclusões

Este projeto constituiu-se como uma reflexão sobre a problemática dos desperdícios e resíduos resultantes da produção alimentar, assim como a possibilidades destes serem usados como matéria para a produção de objetos que tirem proveito das suas particularidades.

Através da pesquisa realizada sobre Resíduos Urbanos Biodegradáveis, foi possível aprender mais sobre a complexidade da sua gestão, e entender que a sua reintegração na cadeia produtiva é um dos caminhos possíveis para reduzir o seu impacto.

O estudo de diferentes pastas cerâmicas e da sua compatibilidade com materiais orgânicos, conduziu ao desenvolvimento de uma pasta cujas aplicações beneficiam da incorporação de borras de café na sua composição.

A necessidade de aprofundar o conhecimento dos materiais e de os caracterizar, levou ao contacto com metodologias, equipamentos e experiências laboratoriais que para além de terem permitido validar cientificamente um conjunto de hipóteses, constituíram-se como um grande enriquecimento e inspiração para a conceção dos diferentes projetos.

A rigorosa identificação das qualidades do material permitiu utilizá-lo de forma pertinente na criação de objetos, contribuindo para otimizar o seu uso e funcionalidade.

Os vários produtos criados permitiram confirmar a pertinência da utilização dos resíduos, retirando-os de um provável fim em aterro, e prolongando o seu ciclo de vida.

A utilização dos resíduos como matéria-prima valorizando-os e colocando-os de novo no ciclo de consumo é uma forma de diminuir o desperdício. O projeto tem como missão sensibilizar e mostrar ao consumidor uma nova forma de nos relacionarmos com o desperdício. O design permite fazer a ponte desde a contextualização da problemática até às estratégias de produção de peças como resposta.

Futuramente, pretende-se dar continuidade à exploração deste material e do seu processamento em diferentes técnicas produtivas, identificar novas possibilidades de forma e novos contextos de utilização nomeadamente, no campo da construção sustentável.

Paralelamente, pretende-se também estudar a possibilidade de implementação de um sistema de recolha seletiva de borras de café, de forma a disponibilizar quantidades viáveis a uma utilização industrial, e reduzir o impacto da sua deposição em aterro.



184. Variadas peças, barro vermelho com 15% de borras de café.

Referências bibliográficas

A

ABS Premium Branco | Filament2Print. (sem data). Obtido 27 de Setembro de 2021, de <https://filament2print.com/pt/abs-premium/756-abs-premium-branco.html>

Anel Buller - indicador do efeito da cozedura na cerâmica | Loja do Mestre Brás. (sem data). Obtido 16 de Setembro de 2021, de <https://www.mestrebras.pt/product/anel-buller-indicador-do-efeito-da-cozedura-na-ceramica>

APA. (2020). Contas certas nos resíduos. (1–52).

APA. (2021). Biorresíduos | Agência Portuguesa do Ambiente. <https://apambiente.pt/residuos/biorresiduos>

Arfai. (2018). Faiança, grés ou porcelana: descubra as diferenças - Arfai. <https://arfaceramics.com/faianca-gres-ou-porcelana-descubra-as-diferencas/>

Ashby, M. F., & Johnson, K. (2010). *Materials and design: the art and science of material selection in product design*. Elsevier/ Butterworth- Heinemann.

B

Biologianet. (2021). *Ciclos biogeoquímicos: quais são e como ocorrem - Biologia Net*. <https://www.biologianet.com/ecologia/ciclos-biogeoquimicos.htm>

Bruker. (sem data-a). Guia para Espectroscopia FT-IR | Bruker. Obtido 30 de Setembro de 2021, de <https://www.bruker.com/pt/products-and-solutions/infrared-and-raman/ft-ir-routine-spectrometer/what-is-ft-ir-spectroscopy.html>

Bruker. (sem data-b). X-ray MicroCT | Micro Computed Tomography | 3D X-ray Imaging | Bruker. Obtido 30 de Setembro de 2021, de https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/preclinical-imaging/micro-ct.html?gclid=Cj0KCQjwwNWKBhDAARIsAJ8HkheivPL-AgWCiIhrZ4WWt_dAJJnSISAAK9G3Hy7N8psXl4o9OuGwRloaAhEtEALw_wcB

C

Calegari, E. P., & De Oliveira, B. F. (2013). Um estudo focado na relação entre design e materiais. *Projetica*, 4(1), 49. <https://doi.org/10.5433/2236-2207.2013v4n1p49>

Calegari, E. P., & Oliveira, B. F. de. (2014). Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design. *Arcos Design*, 8(1), 1–19. <https://doi.org/10.12957/arcosdesign.2014.10435>

Callister, W. (2006). *Ciência e Engenharia dos Materiais. Metalurgia and Materials*, 59(535), 623.

catawiki. (2020). Pré-histórico, Paleolítico Jaspe Jasper biface paleolítico - Catawiki. <https://www.catawiki.com/pt/l/36268057-pre-historico-paleolitico-jaspe-jasper-biface-paleolitico-131-x-81-mm-1>

Costa Verde. (2018). Porcelana: Um material cerâmico com características únicas! Porcelana. <https://costa-verde.com/porcelana-material-caracteristicas/>

Cruz, S. A. F. (2015). Avaliação do potencial da borra de café fresca na mineralização do nitrogénio e do fósforo e em culturas hortícolas “ Espresso coffee residues as a nitrogen amendment for small scale vegetable production ” Soraia Alexandra Félix da Cruz. *Dissertação* (1-59).

CTVox Micro-CT Volume Rendering Software | Blue Scientific. (sem data). Obtido 30 de Setembro de 2021, de <https://blue-scientific.com/ctvox-micro-ct-volume-rendering-software/>

D

decafé. (2016). About decafé - decafé is a material made from used coffee grounds. <https://www.decafe.es/about-decafe/?lang=en>

Delta. (2021). O café da sua vida | Delta Cafés. <https://www.deltacafes.pt/>

E

Exsicador - Banco de Imagens da Casa das Ciências. (sem data). Obtido 26 de Setembro de 2021, de <https://www.casadasciencias.org/imagem/6655>

F

FAO. (2021). Food Security and Nutrition in the World the State of Transforming Food Systems for Affordable Healthy Diets. the State of the World, 3–4. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>

FilaFlex TPE UltraSoft 70A | Filament2Print. (sem data). Obtido 27 de Setembro de 2021, de <https://filament2print.com/pt/flexiveis-tpe-tpu/852-filaflex-tpe-ultrasoft-70a.html>

Funari, P. P. (2007). ABSTRACT : This retrospective paper will shed light on the relations between Linguistics and Archaeology by drawing special attention to the history of Archaeology and the influence of Linguistic models for the development of archaeological interpretive f. *Arqueologia e Patrimônio*, 1–143.

G

González, M., Lucio, M., Peña, J., & Aart van, B. (2021). *Material Designers* (L. Cléries, V. Rognoli, S. Solanki, & P. Llorach (eds.)). All Purpose. <http://materialdesigners.org/Book/>

L

Laposse, F. (2017). Totomoxtle. <http://www.fernandolaposse.com/projects/totomoxtle/> visitado a 30 de junho de 2020.

Lima, P. M. M. F. (2016). *Estudo como corretivo orgânico de misturas de composto de RSU com borras de café*. 12–16. <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/12177>

Lipor. (2021). Lipor | *Prevenção e Valorização de Biorresíduos - Lipor*. <https://www.lipor.pt/pt/valorizar/valorizacao-organica/prevencao-e-valorizacao-de-biorresiduos/>

M

MaDe. (2021). *Made*. <http://materialdesigners.org/>

Manzini, E. (1993). *A Matéria da Invenção*. (Centro Português do Design, Ed.). Lisboa, Portugal: Porto Editora.

MaterialDistrict. (2019). Turning an aluminium byproduct into ceramics - MaterialDistrict. Turning an aluminium byproduct into ceramics. <https://materialdistrict.com/article/aluminium-byproduct-ceramics/>

Materiom. (2019). *The benefits of local production on Vimeo*. <https://vimeo.com/350618838>

Materiom. (2018a). Materiom : About. <https://materiom.org/mision-and-vision>

Materiom. (2018b). Materiom : Home. 2018. <https://materiom.org/>

Mediated Matter Group. (2012). About – MEDIATED MATTER. Silk Pavilion. <https://mediatedmattergroup.com/about>

Museu Nacional de Arqueologia. (2018). Clubes de Arqueologia - O que é um Biface? <http://www.clubesdearqueologia.org/recursos-didacticos/84-temas/142-o-que-e-um-biface>

Mussatto, S. I., Machado, E. M. S., Martins, S., & Teixeira, J. A. (2011). *Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 661–672. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0565-z>

N

Navarro, R. F. (2006). A Evolução dos Materiais. Parte1: da Pré-história ao Início da Era Moderna. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v, 1(1), 1–11. www.dema.ufcg.edu.br/revista

Neri Volpato. (2017). *Manufatura aditiva : tecnologias e aplicações da impressão 3D*. Editora Edgard Blucher LTDA.

NUTRIMAIS. (2021). *Nutrimais – um produto Lipor*. <https://nutrimais.pt/>

O

Organização Internacional do Café. (2021). *Preços do café registram novas altas em agosto de 2021 , pois preocupações com o abastecimento futuro e fretes cada vez mais caros continuam a ter grande influência no mercado*. 1–12.

P

Paralab. (sem data). Thermo Fisher Scientific | Análise Forense com SEM - Paralab. Obtido 30 de Setembro de 2021, de <https://paralab.pt/blog/analise-forense-com-sem/>

PLA Premium Preto | Filament2Print. (sem data). Obtido 27 de Setembro de 2021, de <https://filament2print.com/pt/pla-premium/745-pla-premium-traffic-black.html>

Porto Editora. (2021). micélio | Definição ou significado de micélio no Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa. Micélio. Obtido a 27 de Setembro de 2021 <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/micélio>

R

RARU. (2019). RARU. *Relatório Anual 2019*.

REFOOD. (2021). *REFOOD - Aproveitar para Alimentar*. <https://re-food.org/#>

Rosendo, I. V. (2018). *Economia Circular no Setor dos Alimentos & Bebidas: O caso do Canal HORECA*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, 1–75.

S

Sakr, P. (2016). Morning Ritual — Paola Sakr. <http://www.paolasakr.design/morning-ritual>

Silo. (2011). » Story. <https://silolondon.com/story/>

Solanki, S. (2018). *Why Materials Matter* (Ali Gitlow). Prestel.

SkyScan. (2010). The user 's guide. *The Hand*, 1–112.

T

Too Good To Go. (2021a). *Movimento contra o desperdício alimentar / Too Good To Go*. <https://toogoodtogo.pt/pt/movement>

Too Good To Go. (2021b). *O que é o desperdício alimentar? | Too Good To Go*. <https://toogoodtogo.pt/pt/movement/knowledge/o-que-e-o-desperdicio-alimentar>

U

UNEP. (2021). Food Waste Index Report 2021. Em Unep.

W

wikipedia. (2021). Geopolymer - Wikipedia. 2021. <https://en.wikipedia.org/wiki/Geopolymer>, Obtido em 20 de Fevereiro de 2021.

5

50ohm Technologies. (sem data). *DataViewer - software solution for displaying, processing and analyzing results of microwave components measurements*. Obtido 30 de Maio de 2021, de <https://50ohm.tech/dataviewer>

Projetos, artigos encontrados na internet

5 de Dezembro de 2019 DeCafé <https://www.nespresso.com/es/es/reciclaje-second-life-raul-lauri> <https://www.decafe.es/>

30 de Janeiro, 2019 Luffa Lab <https://www.designboom.com/design/luffa-lab-sustainably-made-products-by-mauricio-affonso/>

31 de janeiro, 2019 <http://www.kyuemongama.com/en/>

31 de Janeiro, 2019 Biodiesel <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI211624-18077,00-BIODIESEL+E+PROD UZIDO+A+PARTIR+DA+BORRA+DE+CAFE.html>

13 de Fevereiro de 2019 <https://www.uni-weimar.de/de/kunst-und-gestaltung/studium/produkt-design/abschlussarbeiten-produkt-design/super-sale/iva-kolundzija-maya-arsenic-water-filter/>

5 de março de 2018 <https://www.publico.pt/2014/04/14/ciencia/noticia/como-das-borras-de-cafe-se-fabricam-tijolos-mais-leves-e-que-isolam-melhor-o-calor-1631950#gs.v6MZuoA8>

6 de março de 2019 <http://www.deltacafes.pt/pt/empresa/inovacao/rethink>

6 de março de 2019 <http://ma-tt-er.org/about/>

6 de março 2019 https://www.researchgate.net/publication/263656635_Reusing_coffee_waste_in_manufacture_of_ceramics_for_construction

8 de março de 2019 (quantidade de café produzido no mundo 2017-2018) <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33568203/producao-mundial-de-cafe-atinge-160-milhoes-e-consumo-159-milhoes-de-sacas-no-ano-cafeeiro-2017-2018>

8 de março de 2019 (quantidade de café consumido em Portugal) <https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/comercio/detalhe/portugal-aumentou-o-consumo-e-producao-de-cafe-nos-ultimos-tres-anos>

11 de março de 2019 <https://www.kaffeeform.com/de/>

16 de março de 2019 <http://sophierowley.com/projects-draft/2017/4/6/material-illusions>

16 de março de 2019 <http://www.zhuohmu.com/ceramics/plantsukuroi/>

6 de março 2019 https://www.researchgate.net/publication/263656635_Reusing_coffee_waste_in_manufacture_of_ceramics_for_construction

8 de março de 2019 (quantidade de café produzido no mundo 2017-2018) <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33568203/producao-mundial-de-cafe-atinge-160-milhoes-e-consumo-159-milhoes-de-sacas-no-ano-cafeeiro-2017-2018>

14 de Abril de 2019 EcoX consiste of 75% waste glass <https://www.architonic.com/en/product/meld-usa-ecox-81-mystik/1209551>

13 de julho de 2019 <http://oliviervanherpt.com/>

13de Julho de 2019 <http://www.faperj.br/> pesquisa sobre café (pdf utilização de café com material cerâmico)

30 de Agosto de 2019 <https://canalrural.uol.com.br/radar/safra-global-de-cafe-2018-2019-cresceu-98-diz-embrapa/paged-2/12296/>

7 de Dezembro de 2019 artigo sobre desperdício alimentar <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996919302984?via%3Dihub>

7 de Dezembro de 2019 Valorization of spent coffee grounds: A review; <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960308518302797?via%3Dihub>

7 de Dezembro de 2019 Biolytix® System Water filtering system cleans without chemicals; <http://www.biolytix.com/why-biolytix/>; <https://asknature.org/idea/biolytix-water-filter/#.Xevzyuj7TIU>

7 de Dezembro de 2019 Algas usadas para limpar agua <https://asknature.org/idea/algal-turf-scrubber/#.Xev1POj7TIU> 7 de Dezembro de 2019 Coffee farming that reuses waste as resource <https://asknature.org/idea/zeri-coffee-farming-system/#.Xev1tuj7TIU>

17 de Janeiro de 2020 <https://www.red-mud.com/>

29 de Janeiro de 2020 Cerveja feita através de desperdícios de pão alentejano <https://alentejo.sulinformacao.pt/2017/07/ja-bebeu-uma-serveja-feita-de-pao-caseiro-com-a-alentejo-e-possivel/>

30 de Janeiro de 2020 <https://www.formafantasma.com/de-natura-fossilium> 30 de janeiro 2020 Francesco Faccin, imitação de madeira https://francescofaccin.it/p6_serial-planks

30 de janeiro de 2020 Re-Use, Re-Think, Re-Imagine showcases craft pieces by seven artisans <https://www.dezeen.com/2019/11/02/hauser-wirth-re-use-re-think-re-imagine/>

28 de Fevereiro de 2020 Neri Volpato. (2017). Manufatura aditiva : tecnologias e aplicações da impressão 3D. Editora Edgard Blucher LTDA.

Vídeos

Laposse, F. (2019). TOTOMOXTLE - Biomaterial made from Mexican heirloom Corn husks. - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=0r08iXfJ-CM&t=121s>

Materiom. (2019). The benefits of local production on Vimeo. <https://vimeo.com/350618838>

Corbin, L. (2018). (39) DIF: Reconnecting designers with their materials - YouTube. de <https://www.youtube.com/watch?v=qG40s4004wU>

Nespresso. (2017). Reciclar é Alimentar - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=EWoDbHLMKME>

Oxman, N. (2015). (39) Design at the Intersection of Technology and Biology | Neri Oxman | TED Talks - YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=CVa_LZVzUoc

Oxman, N. (2020). (39) Built by Silkworms | Neri Oxman's «Silk Pavilion II» | ARTIST STORIES - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=MUVv4wtyMPE>

Índice de Figuras

1. Fotografia da autora, pasta líquida de barro vermelho com 15% de borras de café.
2. Caracterização dos RU. Gráfico pela autora, adaptado ao (RARU, 2019).
3. Destino final dos RU. Gráfico pela autora, adaptado ao (RARU, 2019).
4. Gráfico pela autora, adaptado a (Rosendo, 2018).RU do canal HO-RECA, nos concelhos de Vila Nova de Gaia e Santa Maria da Feira.
5. Entrega de refeições (em Too Good To Go, 2021a), visitar <https://toogoodtogo.pt/pt>
6. Fotografia pela autora, borras de café.
7. Ilustração da autora, adaptada ao Delta em números, visitar <https://www.deltacafes.pt/>
8. Ilustração da autora, Ânfora.
9. Imagem de Biface paleolítico, disponível em <https://www.catawiki.com/en/>
10. Fotografia pela autora, secagem da pasta.
11. Silk Pavilion, Mediated Matter Group, 2012. Fotografia de Steven Keating. disponível em <https://mediatedmattergroup.com/>
12. Alysia Garmulewicz "The benefits of local production" em Vimeo, visitar <https://vimeo.com/350618838>
13. e 14. Contentores disponível em <https://www.decafe.es/>
15. a 16. Contentores, disponível em <http://www.paolasakr.design/morning-ritual>
18. e 19. Fotografia de ©Emilio Diaz, Mulheres locais a trabalhar com palha de milho, e La posse com as suas peças, disponível em <http://www.fernandolaposse.com/projects/>
20. a 22. Fotografia de Kevin Rouff, <https://thusthat.com/Red-Mud>

23. a 25. Restaurante Silo em Londres, disponível em <https://silolondon.com/>

26. e 27. Peças "Merdacotta", disponível em <http://www.theshitmuseum.org/prodotti/>

28. a 33. Fotografias da autora.

34. Vídeo pela autora, secagem das borras de café na estufa. disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=K3iEFxUPi-u0&t=14s>

35. a 69. Da autora.

70. Imagens MicroCT pela mestre Rita Fonseca, CDRSP.

71. Imagens SEM pela doutora Juliana Dias, CDRSP.

72. Relatório FTIR-ATR pela mestre Rita Fonseca, CDRSP.

73. a 105. Da autora.

106. Fotografia por Melinda Ramani.

107. a 127. Da autora.

128. Fotografia por Pedro Cá, ESAD CR.

129. a 184. Pela autora.

Todas as restantes imagens em Anexo, pela autora.

Procedimentos seguidos para a conceção de provetes e ensaio de flexão, do CENCAL

Concedidos pela Eng.ª Manuela Baroso

MATÉRIAS-PRIMAS ARGILOSAS
EXECUÇÃO DE PROVETES CILÍNDRICOS E PLAQUETAS

Objetivo

Preparar as matérias-primas argilosas e as pastas para execução de provetes cilíndricos e plaquetas.

Âmbito

Matérias-primas argilosas.

Geral

Quando húmida, a argila é facilmente moldável, mas logo que seca endurece e fica quebradiça. Depois de cozida torna-se ainda mais dura e perde a capacidade de ser moldada de novo. Com estas características especiais não admira que há milhares de anos venha sendo usada como matéria-prima insubstituível para fazer artigos cerâmicos, que se designam por argilosos. Os componentes responsáveis pelas particulares qualidades das matérias argilosas são minerais conhecidos por minerais das argilas, que por si só, não formam, geralmente, produtos de aceitável qualidade; só a presença de outros componentes permite formar pastas argilosas com as qualidades requeridas. Resumidamente podemos dizer que os minerais das argilas dão às pastas plasticidade para poderem ser conformadas e resistência mecânica para serem manuseadas antes de cozidas.

Realização

Equipamento e/ou Reagentes

Balde de plástico, diluidor, peneiro 100 ou 110 mesh, colher de pau e moldes de gesso (placas retangulares para desumidificar a barbotina).

Processo de amostragem

Recolher uma determinada quantidade de matéria-prima de modo a constituir uma amostra representativa. No caso da amostra ser recolhida na tulha de argila do depósito de matérias-primas, retirar (quando possível), uma amostra de vários pontos da superfície da tulha, e de vários pontos do seu interior (fazendo um buraco com uma pá). Juntar toda a matéria-prima e homogeneizar.

Descrição da técnica

Quando a amostra recolhida se encontrar homogénea, retirar cerca de 3 kg e colocá-la num balde de plástico aos pedaços. Adicionar cerca de 3 litros de água. Agitar com um diluidor. Passar a suspensão ao peneiro de 100 ou 110 mesh. Deitar a suspensão sobre placas de gesso a fim de desumidificar até poder ser amassada. Depois de bem amassada retirar um pedaço, que considere suficiente para constituir uma amostra significativa a ensaiar, para fazer provetes cilíndricos e plaquetas na extrusora Macocser sem vácuo.

MATÉRIAS-PRIMAS ARGILOSAS
DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ROTURA À FLEXÃO

Objetivo

Determinar o valor da resistência mecânica à flexão de uma determinada matéria-prima argilosa.

Âmbito

Matérias-primas argilosas.

Referências

Este método permite obter informações quantitativas sobre o comportamento das matérias-primas argilosas quando sujeitas a esforços de flexão, com o fim de averiguar o respetivo contributo para a resistência mecânica das pastas onde forem incluídas. Este método permite igualmente inferir a plasticidade das matérias-primas.

Geral

O módulo de rotura em cru (resistência mecânica em cru) de uma matéria-prima argilosa está diretamente relacionado com a plasticidade dessa matéria-prima.

O módulo de rotura em cru e em cozido (resistência mecânica em cozido) de uma matéria-prima argilosa dá-nos ideia da adequabilidade de aplicação dessa matéria-prima para a produção de vários tipos de produtos cerâmicos no que diz respeito, essencialmente, à resistência mecânica à flexão destes.

Os provetes utilizados deverão ser feitos como referido em **C-01-00**, encontrar-se cortados com as medidas corretas, e encontrarem-se perfeitamente direitos e sem defeitos de superfície.

Realização

Equipamento e/ou Reagentes

Estufa de laboratório, exsiccador, aparelho Salter e paquímetro.

Processo de amostragem

De todos os provetes a partir, escolher somente os que se encontram perfeitamente direitos e sem poros aparentes.

Descrição da técnica

O método prevê o ensaio de pelo menos 15 provetes direitos secos a 110° C e arrefecidos em exsiccador. Dado que alguns podem apresentar poros internos, visíveis apenas depois de partidos, preparar 25 provetes para o ensaio.

Baixar o suporte móvel (Aparelho Salter) para poder colocar um provete sobre ele, e por baixo dos dois suportes fixos.

Ligar o interruptor do aparelho. Ler o valor máximo atingido pelo ponteiro no momento da rotura.

Medir o diâmetro de cada provete no local da quebra, só tomando nota do valor da força e do diâmetro no caso da não existência de poros interiores no plano de rotura.

Determinar o módulo de rotura de cada provete segundo a fórmula:

$$8 \times F \times L$$

$$\text{Módulo de Rotura} = \frac{\text{-----}}{\pi \times D^3}$$

em que:

F - força indicada no mostrador (kg.)

L - distância entre os dois pontos fixos de apoio do provete (7 cm). L deverá ser, pelo menos, igual a dez vezes o diâmetro dos provetes.

D - diâmetro do provete (cm)

π - Pi - Constante de Arquimedes ou número de Ludolph - 3,141592.....

Determinar a média aritmética dos valores obtidos.

Desprezar os valores do módulo de rotura que sejam 10% inferiores à média calculada, e determinar nova média.

Proceder do mesmo modo para a determinação do módulo de rotura em cozido, utilizando neste caso provetes cozidos.

Anexo

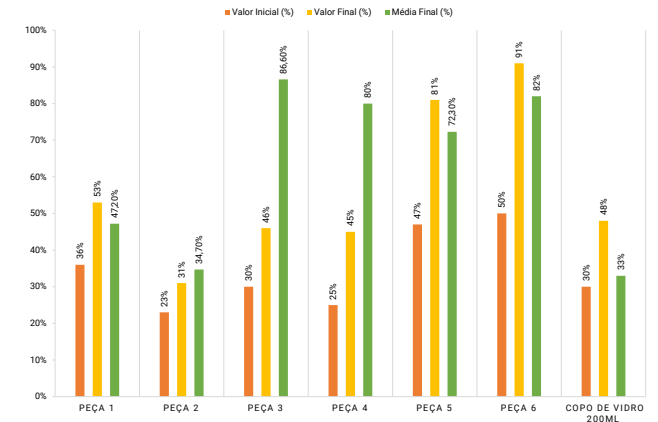
Análise de evaporação

Foram realizados testes de evaporação de humidade com os humidificadores de ar, para analisar as capacidades do novo material comparativamente com o vidro.

Para simular o ambiente seco, colocou-se dentro de um contentor com cerca de 1m x 1m de vidro, um desumidificador e um aquecedor em baixa potência para secar o ar e colocou-se um higrómetro/termómetro para observar os valores e registar as alterações de temperatura e humidade com as diferentes peças. Para calcular a percentagem dos valores foi utilizado o seguinte cálculo:

$$\% \text{ Média Humidade Total} = \frac{(V_i - V_f)}{V_f} \times 100$$

Podemos concluir através do gráfico apresentado, que a média total de humidade da peça 1 á 6, é de ≈67% enquanto com copo de vidro ≈33%. Estes valores são aproximados, sendo que foram expostos a uma simulação. Sendo que os mecanismos utilizados (ventilador e desumidificador) apenas eram ligados no início dos testes, após colocar as peças no local, eram desligados.



Colocou-se 200 ml de água no interior de cada peça e de seguida foram para o contentor da simulação durante cerca de 5h.

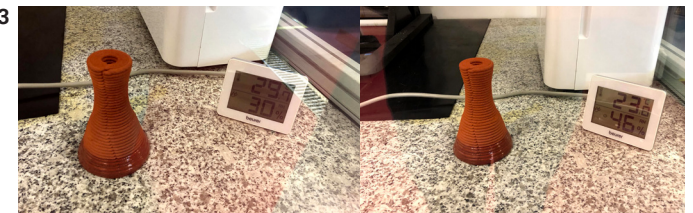
PEÇA 1



PEÇA 2



PEÇA 3





PEÇA 4



PEÇA 5



PEÇA 6

Na peça 6 o contentor a testar foi colocado 8h imergido em água, de forma a absorver a maior quantidade possível, depois foi retirado e limpo com um pano húmido e envolvido em película, colocou-se o higrómetro/termómetro e deixou-se por 5h para conferir as alterações de valores. Na terceira imagem foi retirada a película.



COPO DE VIDRO

Testes de absorção em peças finais Humidificadores de ar

PEÇAS 1 e 4



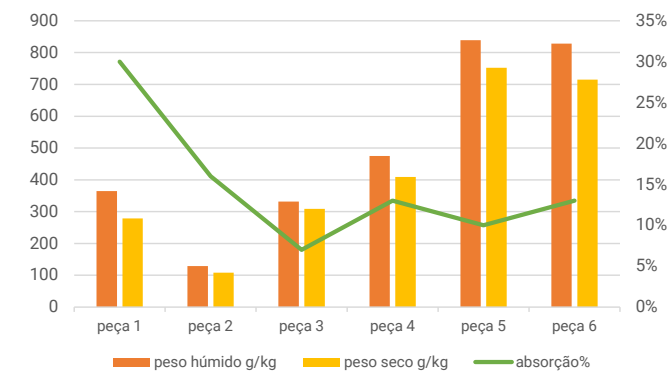
PEÇA 2 e 5



PEÇA 3 e 6

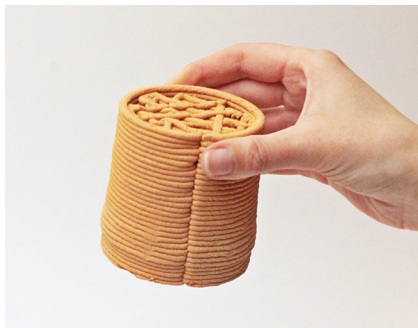
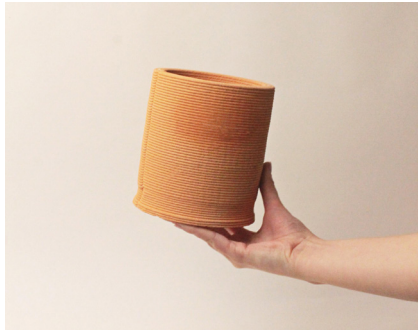


Como podemos observar no gráfico seguinte, apesar de haver uma descida de valores na peça 3, o valor mantém-se nas restantes peças. A média de absorção dos humidificadores é de $\approx 15\%$.



Recolha de imagens, da exploração de formas

Fabrico Aditivo

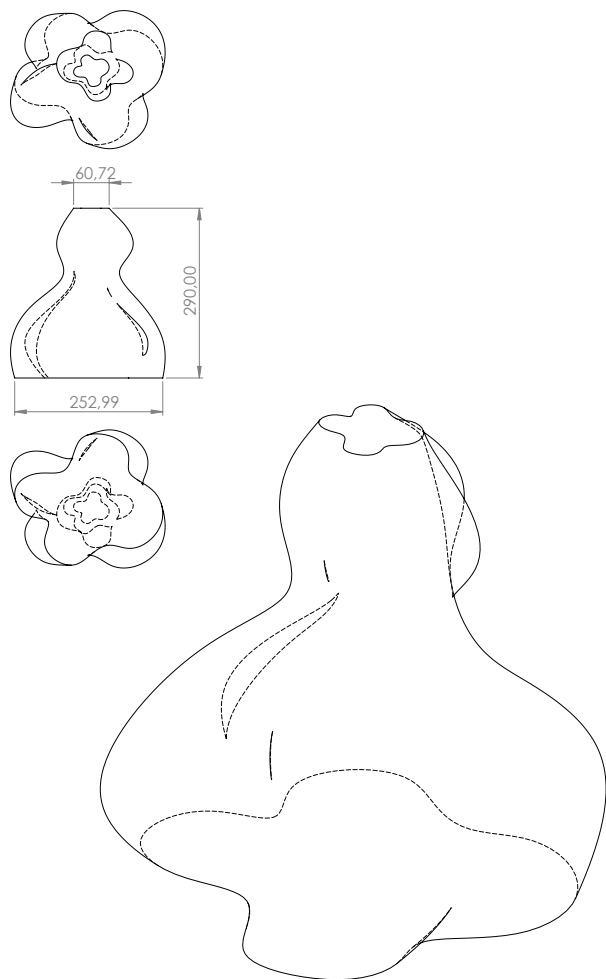


Informações técnicas de peças

vistas e medidas

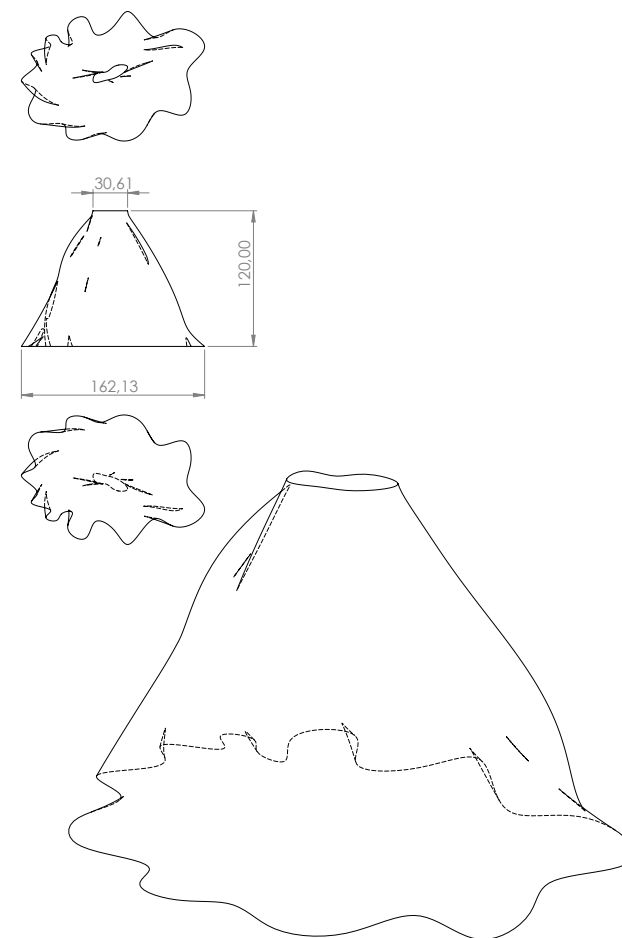
O formato dos desenhos está em escala 1:5 e 1:2, em folha a4. Devido às contrações naturais da cerâmica na secagem e cozedura, as medidas projetadas sofrem uma contração de ~11%. As dimensões estão em milímetros.

Filtro arejador, modelo Alga 1, Fabricação Aditiva



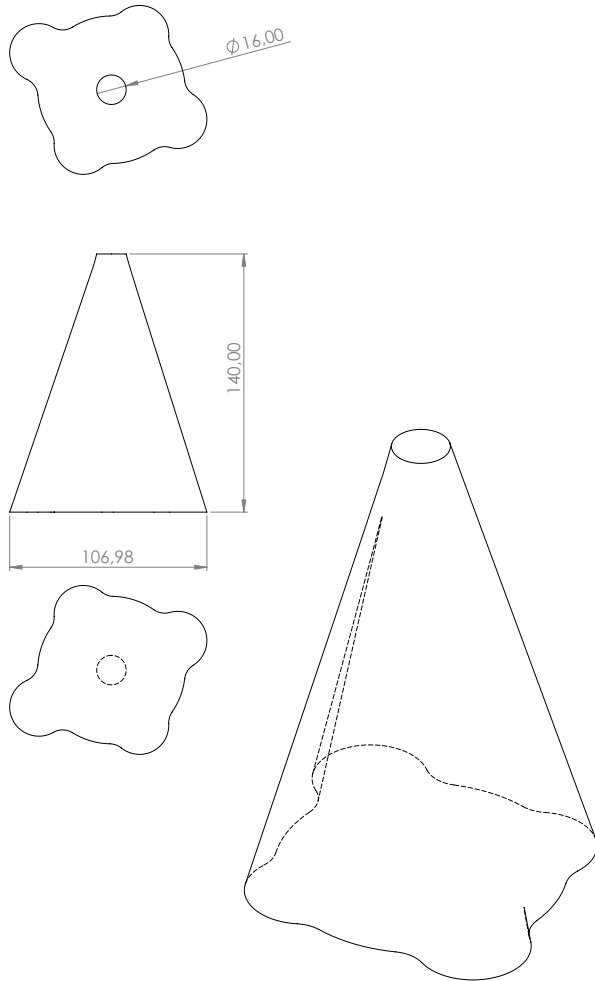
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Filtro arejador, modelo Alga 2, Fabricação Aditiva



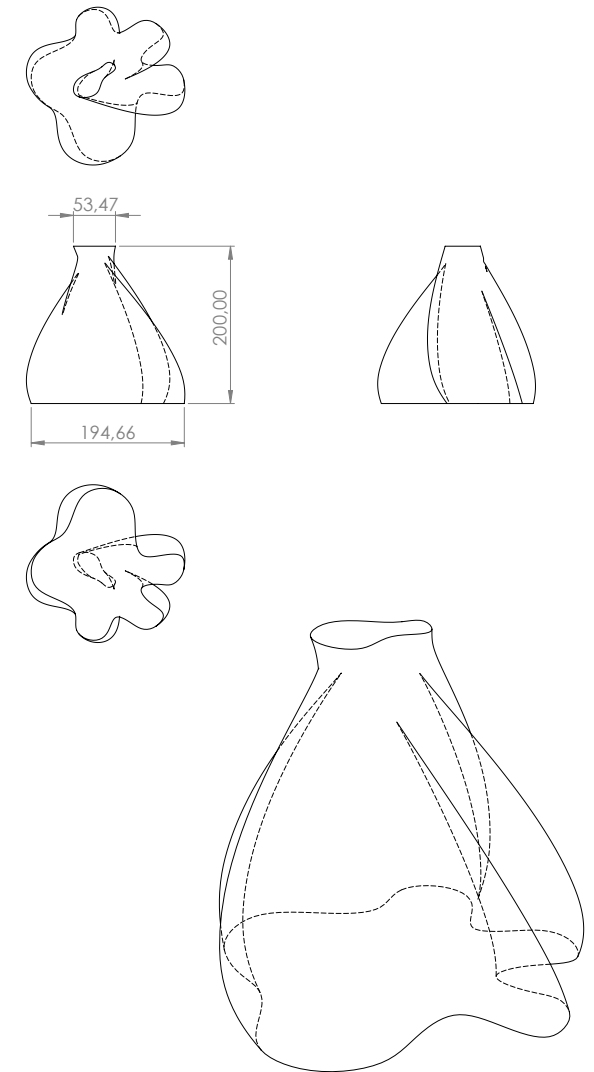
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

**Filtro arejador, modelo Alga 3,
Fabricação Aditiva**



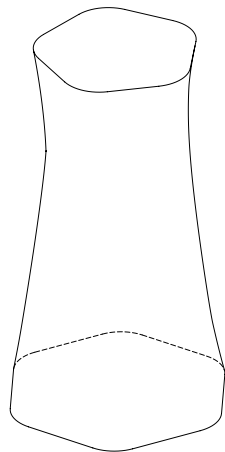
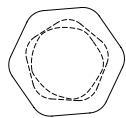
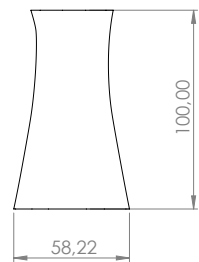
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

**Filtro arejador, modelo Alga 4,
Fabricação Aditiva**



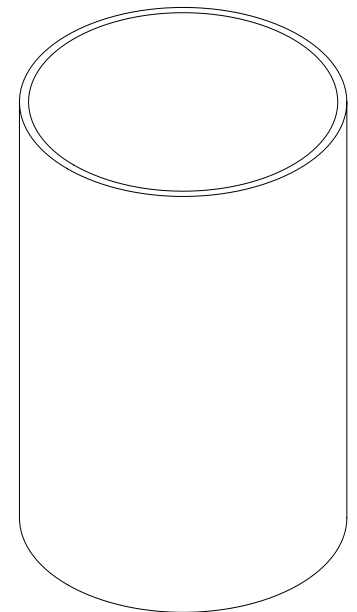
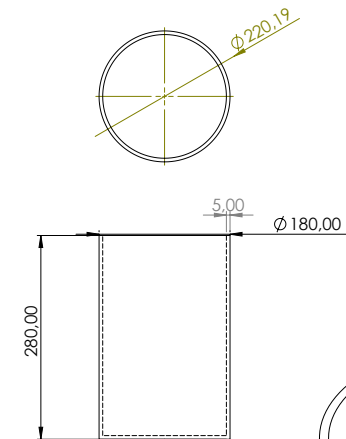
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Filtro arejador, modelo Alga 5, Fabricação Aditiva



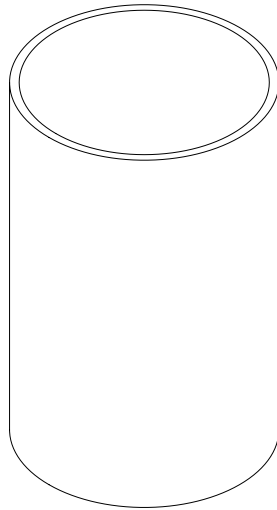
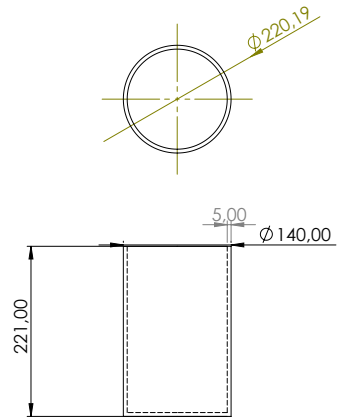
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Contentor fresco Cilindro, modelo Grande, Lastra

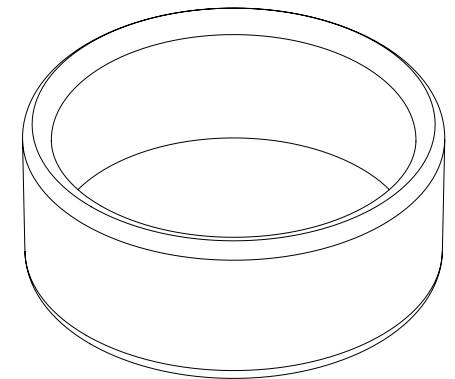
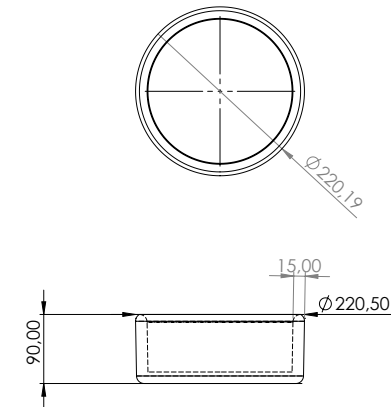


SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

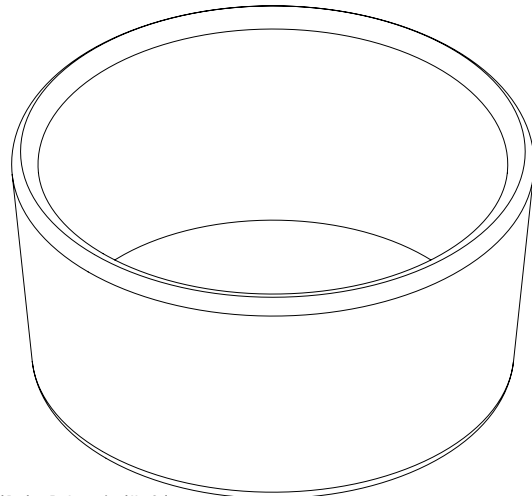
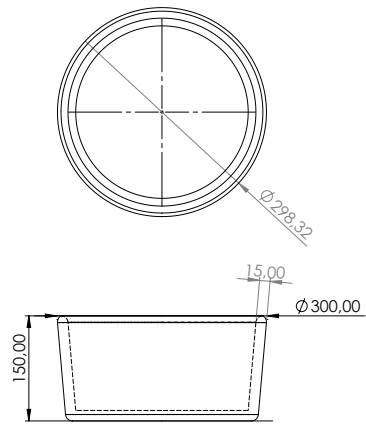
Contentor fresco, Cilindro,
modelo Médio, Lastra



Contentor fresco, Cilindro, modelo Médio,
Olaria

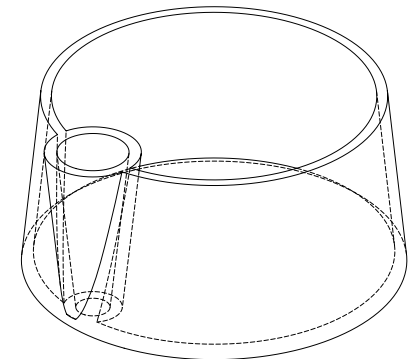
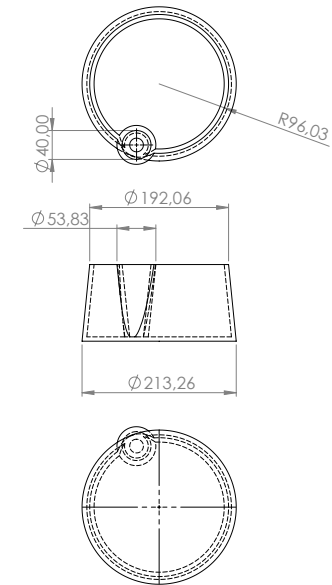


Vaso Cilindro, modelo Grande, Olaria



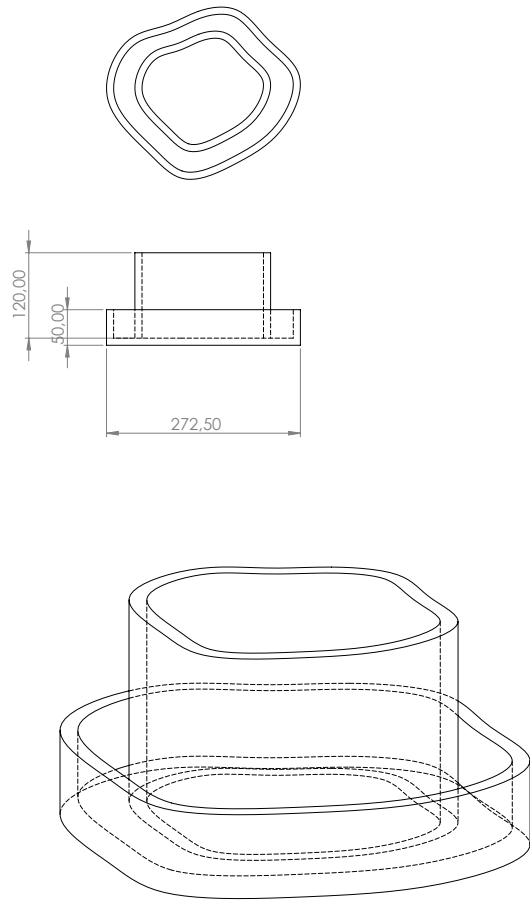
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Vaso com cone de irrigação, modelo Único, Fabricação aditiva



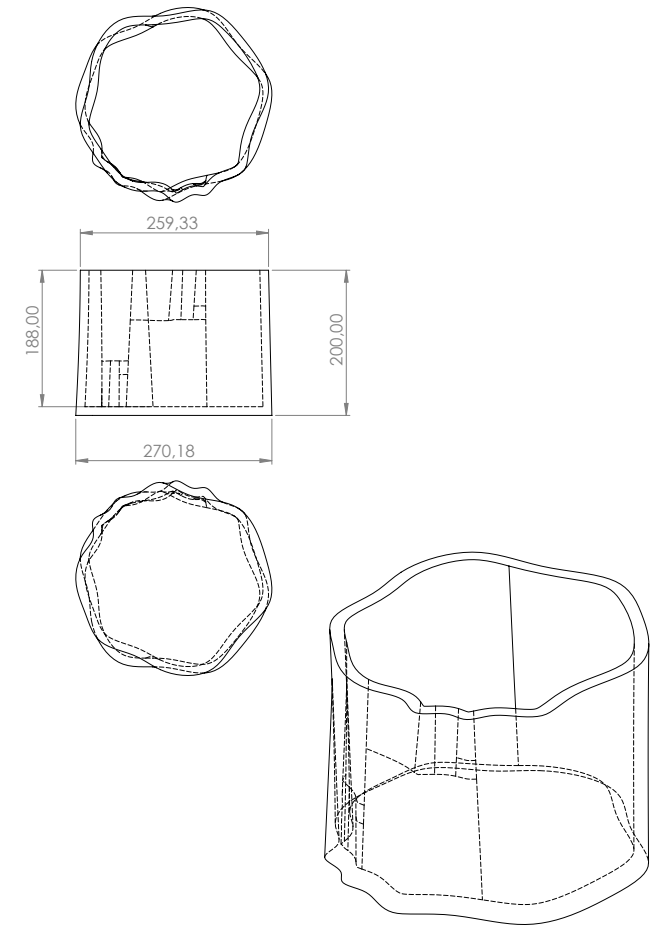
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Vaso Duplo, x Modelo Único,
Fabricação Aditiva



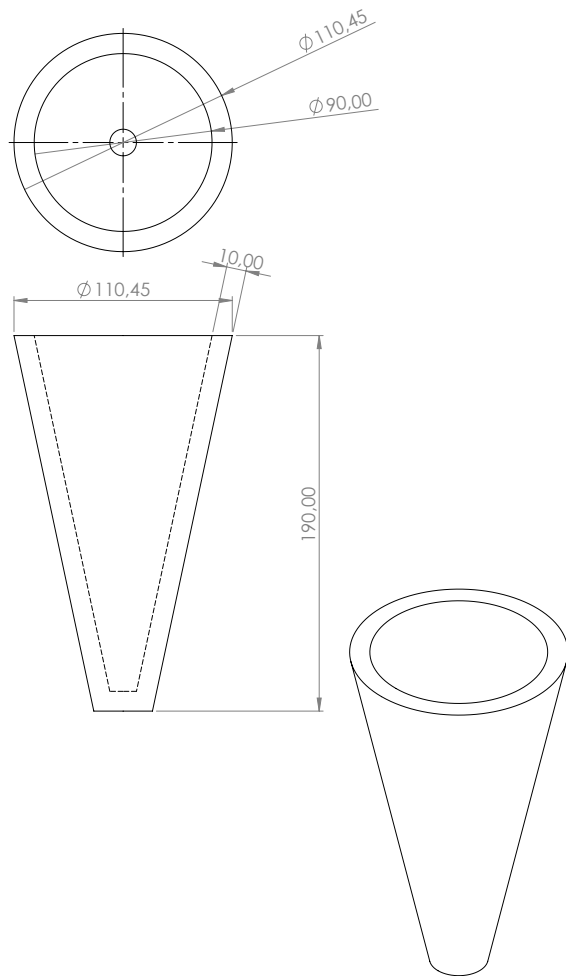
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Vaso Terracota, Modelo Único,
Fabricação Aditiva



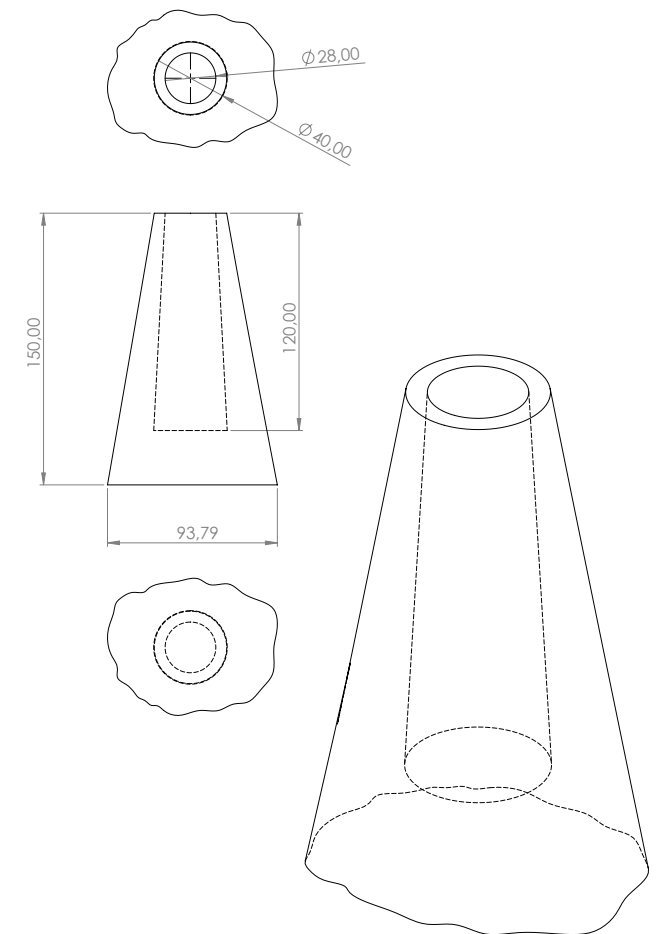
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Humidificador de plantas, Modelo Cone Grande, Fabricação Aditiva



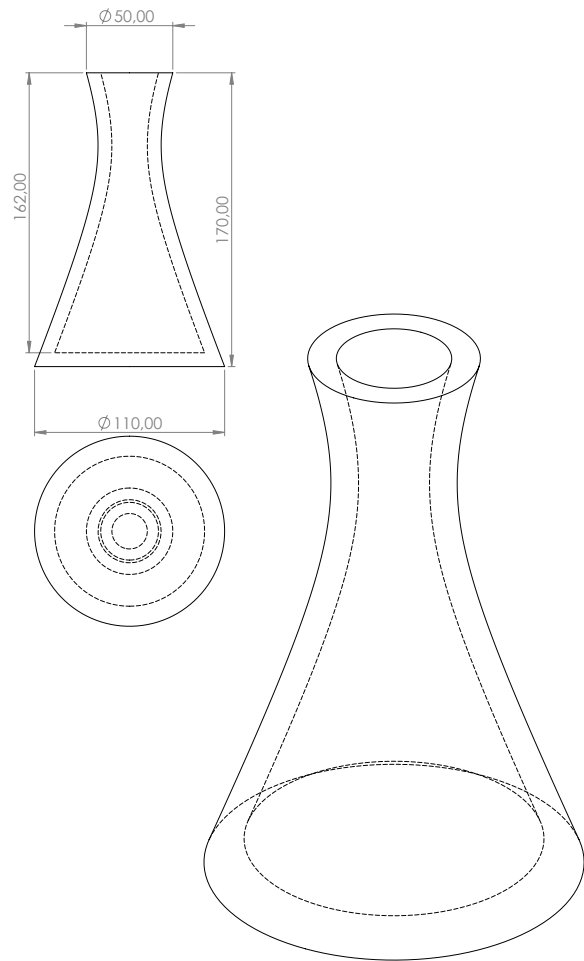
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

Humidificador de ar, Modelo vulcão Médio, Fabricação Aditiva



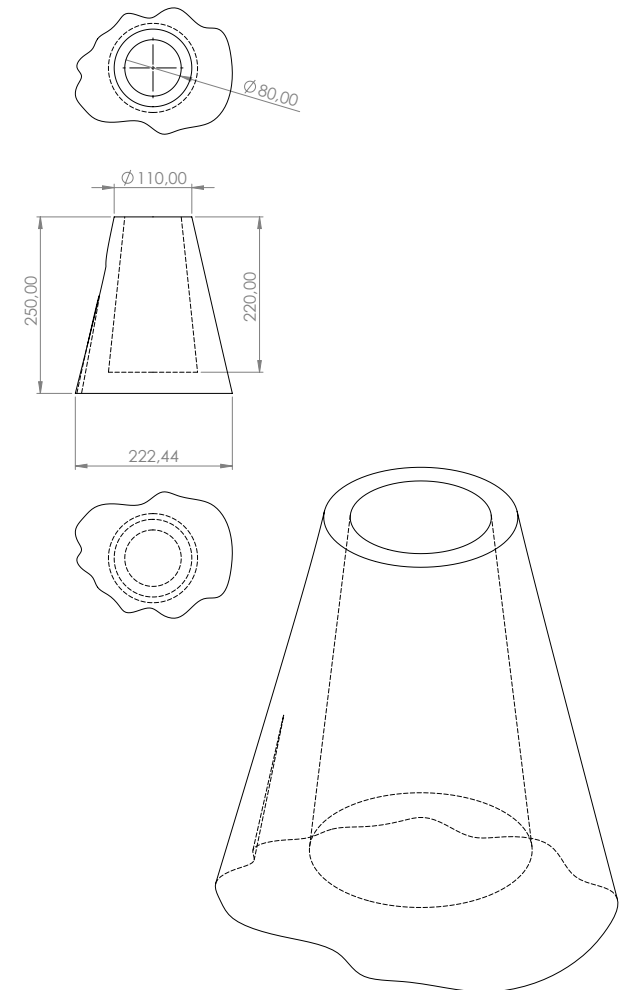
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

**Humidificador de ar, Modelo Loft Médio,
Fabricação Aditiva**



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

**Humidificador de ar, Modelo vulcão Grande,
Fabricação Aditiva**



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

