

Uroboro

Vermicompostor doméstico

2015
Relatório de Projecto Final
Mestrado em Design de Produto

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

Autor
Marco Balsinha
mail@marcobalsinha.com

Orientadores
José Frade
Luís Pessanha

Uroboro é um projeto de mestrado sensível a questões relacionadas com sustentabilidade ambiental que aborda a técnica de vermicompostagem através do design de produto. A componente de investigação académica realizada em ambiente laboratorial e industrial permitiu estudar as características do barro vermelho aplicadas ao projeto e potenciar a vermicompostagem em ambiente doméstico. Os resultados dos protótipos produzidos e submetidos aos testes reais de contexto, confirmaram a possibilidade de integração do Uroboro em espaços interiores sem afetar a segurança e conforto dos utilizadores.

UROBORO

Orientador: José Manuel Frade
Coorientador: Luís Pessanha

Mestrado Design de Produto
Marco Balsinha
ESAD.CR 2015

AGRADECIMENTOS

Gostaria em primeiro lugar de agradecer à minha família, em especial a minha mãe pelo incondicional apoio durante todas as fases do programa de mestrado. Aos meus orientadores Professor D.º Luís Pessanha e Professor Eng. José Frade, que confirmam a excelência da equipa de Mestrado em Design de Produto, fazendo da ESAD Caldas da Rainha uma reconhecida referência internacional, pela permanente disponibilidade. Ao meu grande amigo Eng. Pedro Correia e às famílias que aceitaram o desafio de testar os protótipos finais em suas casas. Aos meus colegas e amigos que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento do projeto que se apresenta. Finalmente um agradecimento também à empresa Val do Sol e ao laboratório CENCAL Caldas da Rainha pela disponibilidade.

“One major social transition that defines the current era is a growing awareness of the environmental impact of our actions. But we would be missing the point if we would view the movement towards sustainability in terms of ecological issues alone. Today, sustainability has everything to do with how we live and how we wish to shape our living environments.” (Schwarz, M. & Krabbendam, D. .2013, p. 13)

RESUMO

Segundo os dados mais recentes, em Portugal, 59% dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) acabam em aterros, misturados com contaminantes químicos, tornando-se, conseqüentemente, inúteis para utilização posterior. Apesar das melhorias significativas em 2013 face a 1995, este continua a ser um problema que merece mais soluções que acompanhem a crescente produção de resíduos em cidades. De acordo com o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2020), deverá ser reduzida em 35% a deposição de RUB em aterros até ao ano de 2020. É neste contexto que se desenvolveu um equipamento que permite a prática de vermicompostagem em meios urbanos desviando resíduos biodegradáveis dos aterros e transformando-os em matéria-prima útil e reutilizável.

Este desenvolvimento sensível a questões ambientais utiliza o desenho das peças e o barro vermelho para otimizar o processo de vermicompostagem e auxiliar o utilizador na sua prática e compreensão, fazendo com que este tome simultaneamente consciência das ações quotidianas com efeitos nefastos para a biosfera. Dos ensaios realizados em contexto real, concluiu-se que o projeto apresentado (Uroboro) permite o processamento de resíduos biodegradáveis vegetais dentro de casa sem perturbar o normal quotidiano das famílias e sem pôr em causa a segurança e conforto habitacional.

PALAVRAS-CHAVE

vermicompostagem;
sustentabilidade;
cerâmica;
design;
reciclagem.

ABSTRACT

According to the latest data, 59% of the biodegradable municipal waste (BMW) in Portugal ends up in landfills, mixed with chemical contaminants, thus becoming useless for subsequent use. Although significant improvement has been reached, comparing 2013 to 1995, this issue remains a problem that needs to be addressed keeping up with the ever-growing city waste production. Considering the Strategic Plan for Urban Waste (PERSU 2020), the BMW deposited in landfills will have to be cut down by 35% in the year 2020. In this context, a tool has been developed allowing for the vermicomposting method to take place in urban areas.

This prevents biodegradable waste from reaching landfills, and converts it into useful and reusable raw material. Sensitive to the environmental issue, this innovation uses the product design and red clay to maximize the vermicomposting process and aid its users to better handle and understand it. In this manner, users also become aware of daily life actions that can be harmful for the biosphere. Testing in real life situations has made possible to realize that the project here laid out (*Uroboro*) allows the processing of vegetable biodegradable waste in homes, without upsetting family daily life and without becoming a safety hazard or an obstacle to housing comfort.

KEYWORDS

vermicomposting;
sustainability;
ceramics;
design;
recycling.

ÍNDICE

RESUMO E PALAVRAS-CHAVE	IX
ABSTRACT AND KEYWORDS	XI
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 Objetivos	2
1.2 Problema/desafio	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1 Sensibilidade ambiental: consciência ou moda?	6
2.2 A Vermicompostagem: o processo com relevância ambiental	9
2.3 Resíduos orgânicos em família	13
3. PROJECTOS DE REFERÊNCIA	16
4. DESCRIÇÃO DE PROJETO	22
4.1 Contexto de projeto	22
4.2 Metodologia de desenvolvimento	24
4.3 Desenvolvimento do projeto	26
4.3.1 Estudo da técnica de vermicompostagem	26
4.3.2 Material e características físicas	33
4.3.3 Indicadores perceptuais	38
4.3.4 Modelo final	40
4.3.5 Circulação da humidade	44
4.3.6 Circulação de minhocas e matéria orgânica	44
4.3.7 Instruções de utilização do Uroboro	46
4.3.8 Produção dos protótipos	48
4.4 Apresentação de resultados	55
4.5 Ensaio em contexto real	66
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	70
6. CONCLUSÕES	78
6.1 Conclusões finais	78
6.2 Desenvolvimentos futuros	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
8. ÍNDICE DE FIGURAS	88
9. ABREVIATURAS E GLOSSÁRIO	90
ANEXOS (DVD)	

1. INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

Uroboro é um projeto de investigação com o objetivo de estudar e propor recursos que estimulem e promovam, através de um produto, a prática de vermicompostagem num contexto residencial urbano como fator de valorização de resíduos biodegradáveis vegetais (RBV) e de sensibilização ambiental.

A prática de vermicompostagem é entendida como um possível recurso que permite a transformação desses resíduos biodegradáveis produzidos em casa, sugerindo novos hábitos domésticos comprometidos com a sustentabilidade do meio ambiente. São igualmente consideradas as limitações de espaço, segurança e conforto domésticos. Neste projeto propõe-se facilitar a prática de vermicompostagem dentro de casa de forma a processar RBV, proporcionando ao mesmo tempo condições favoráveis à sobrevivência e procriação de minhocas.

Considerou-se por excelência o desenho como base de todo o desenvolvimento de projeto, estudando possíveis cenários de utilização e produção. O estudo de materiais constituiu um complemento da atividade projetual mais exploratória característica do Design de Produto.

Por via do produto, pretende-se promover a prática de vermicompostagem no seio da sociedade, desencadeando a curiosidade sobre o tema. Este produto deverá ser útil e ambientalmente relevante, distanciando-se das aparências ou modas passageiras e ganhando expressão ambientalmente sustentável face ao problema de deposição de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) em aterros.

1.2 PROBLEMA/DESAFIO

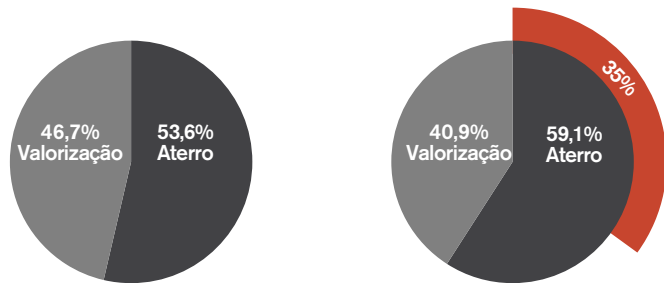
“Ecológica refere-se à compreensão dos organismos e seus ecossistemas, a inteligência refere a capacidade de aprender com a experiência e de lidar de modo eficaz com o ambiente. A inteligência ecológica permite-nos ampliar aquilo que aprendemos sobre como as actividades humanas se impõem aos ecossistemas.”

(Goleman, 2009, p. 55)

Considerando como ponto de partida o funcionamento do sistema biológico, que interage física e quimicamente, existe hoje um interesse crescente pela preservação do ambiente (Carapeto, 1994) na perspectiva de garantir a sobrevivência do ser humano na terra. Ao longo das últimas décadas, criou-se vocabulário próprio em redor de questões ambientais, muitas vezes utilizado em debate da especialidade, que ajuda a sociedade a compreender os fenómenos da natureza. Já em 1987, por exemplo, a WCED (World Commission on Environment and Development) tinha mencionado a expressão *“desenvolvimento sustentável”* (United Nations Documents, 2015) num relatório onde se conclui que um dos passos mais significativos para atingir esse equilíbrio ecológico será alcançar uma gestão de resíduos que mantenha a integridade global dos ecossistemas Terrestres (WCED, 1987).

É nas cidades que a produção de RU (resíduos urbanos) tem mais expressão, recorrendo-se frequentemente aos aterros para depositar milhares de toneladas de resíduos indiferenciados, uma vez que a natureza deixa de ter capacidade de processar de forma biológica e em tempo útil tais quantidades e qualidades. Esta situação obriga à criação de mais aterros, originando desflorestação de vastas áreas naturais e, por conseguinte, a perda de capital ecológico.

Em 2012, dos 4528 milhões de toneladas de RU produzidos em Portugal Continental, mais de metade foi depositada em aterros (Dias et al., 2013). Destes RU, 54,5% correspondem a RUB que são distribuídos entre a deposição em aterros e a valorização ou reciclagem dos mesmos.



◀Fig. 1

À esquerda: Destino dos RU produzidos em Portugal continental em 2012 (referente a 1995).

À direita: destino dos RUB 2012 produzidos em Portugal continental (referente a 1995) e a meta de quantidade de RUB admissíveis em aterros para 2020. (Dias, et al., 2013).

Segundo o quadro europeu, para Portugal foi estabelecida uma redução para 35%¹ do total de RUB (resíduos urbanos biodegradáveis) admissíveis em aterro até 2020 (PERSU 2020, 2014). Embora existam progressos notáveis na gestão de resíduos urbanos, pretende-se com estas diretivas que estes passem a ser vistos como potencial fonte de matéria-prima (Ribeiro et al., 2011). Um dos passos possíveis será evitar que resíduos biodegradáveis sejam depositados em contentores de resíduos indiferenciados juntamente com outros compostos químicos, criando um “cocktail tóxico” difícil de separar (Cunha, 2013). Ao serem separados os resíduos orgânicos biodegradáveis dos RU indiferenciados produzidos nas cidades, é possível reduzir em um terço o volume depositado em aterros, sendo que a melhor maneira de o fazer é na origem, ou seja, na cozinha (Leonard, 2011).

Entende-se, assim, o desafio de explorar cenários que desviem dos aterros parte dos RUB originários de atividades domésticas, nomeadamente reduzindo as necessidades de deposição e transporte (que contribuem para a emissão de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera), integrando a prática de vermicompostagem *in situ*², um processo biológico simples que permite processar e transformar esses RUB (como rejeitados de fruta, legumes, pão ou café) em adubo natural fértil, utilizável e inofensivo. Carcaças de animais ou restos de peixe podem igualmente ser usados, mas é mais provável que atraiam vermes indesejados e produzam odores desagradáveis (e, conseqüentemente, menos adequados ao ambiente habitacional). O desenvolvimento de

unidades de vermicompostagem com guias de utilização doméstica, bem como a sua disponibilização, é relevante para a massificação deste processo, que passará por produtos económica e geograficamente acessíveis, tendo em atenção o seu impacto ambiental, tanto na produção como na utilização. Neste sentido, os materiais usados e os métodos de fabrico são aspetos da maior importância, dado que também estes devem ser sustentáveis e contribuir para o baixo custo de produto que se pretende desenvolver. Faz ainda parte desta investigação em Design do Produto compreender os agentes que interferem no projeto, consolidando diferentes conceitos de desenvolvimento sustentável desde a sua criação à produção e disponibilidade de matéria-prima, no sentido de propor uma solução por via do produto com interesse simbólico e didático do comum cidadão para questões ambientais, criando um novo ponto de vista do “lixo”³.

¹ As percentagens são relativas a 1995, ano em que, segundo o Eurostat, foram produzidos 2.252.720 de toneladas de RUB.

² Processo de vermicompostagem praticado no local.

³ Considera-se lixo os RU domésticos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SENSIBILIDADE AMBIENTAL: CONSCIÊNCIA OU MODA?

"... a nossa loucura por tudo o que é ecológico representa uma fase de transição, um despontar da percepção dos impactos ecológicos, mas ao qual falta precisão, profundidade de entendimento e clareza."

(Goleman, 2009, p. 34)

A crescente adesão de entidades gestoras de resíduos como a sociedade Ponto Verde (Sociedade Ponto Verde, 2015) aos programas de sensibilização ecológica confirma o interesse da sociedade pela cultura ambientalmente sustentável. Essa cultura, explicitamente adoptada pelo sujeito, confronta-se com outra, implícita e vigente sob a forma de hábitos sociais, pouco alinhada com a ideia de preservação ecológica. Pequenos hábitos como o desperdício de energia e água podem ser evitados limitando o consumo de recursos naturais cada vez mais difíceis de repor.

A educação, a fase mais importante desta "batalha" social, ainda está longe de ser considerada ideal, mesmo para países desenvolvidos como Portugal. Apesar de campanhas disruptivas em relação ao comportamento comum da sociedade, para o sujeito é necessário ser concordante com a causa e entender profundamente os efeitos das suas ações. A sustentabilidade integra a forma como o sujeito molda o ambiente em que vive e está condicionada pela consciência crescente em relação ao impacto ambiental em sociedade (Schwarz & Krabbendam, 2013). Trabalhando dentro das normais rotinas dos cidadãos é possível fazer convergir uma moda social⁴ com uma consciência ambiental comunitária.

Note-se que uma pessoa, quando olha para um produto, não o reconhece de imediato como sendo sustentável. A sua tomada de decisão perante a aquisição de um produto depende, numa primeira fase, do que está à sua vista e das informações fornecidas

Note-se, no entanto que os critérios do design para a sustentabilidade abordam soluções integradas trabalhando "na medida do possível" dimensões: sociais - numa perspectiva de consciência ética pessoal e singular relacionando-se com a natureza e o meio ambiente; económicas - perspectiva de "ecoeficiência sistémica" reduzindo gastos de produção e energia para um mesmo objetivo; ecológicas - integrando políticas com alto potencial de regeneração biológica e/ou disponibilizando mais recursos naturais (Manzini, 2008).

⁴ Ou, como referido por Papanek, "o gostado nosso tempo" (Papanek, 1995).

A título de exemplo: a produção de um equipamento de comunicação poderá ter um custo de energia X, custo de material Y e custo de logística Z. No entanto, demorará "n" anos a pagar o seu compromisso, pelo que a partir desse ponto representa poupança (quanto menor o "n", mais sustentável o equipamento).

⁵ Elementos como autocolantes, símbolos ou características associadas.

⁶ A designação "qualidade" associada a um produto refere-se ao universo das características que o compõem, como, por exemplo, o material ou materiais que lhe(s) serve(m) de base, processo de fabrico, eficiência de utilização, etc.

pelos elementos de comunicação que os revestem⁵, os quais potenciam a sua venda explorando a "ignorância ecológica" de cada consumidor na fase da escolha. Mentalmente, esta operação exige do consumidor um balanço entre o preço e a qualidade⁶ percebida. Contudo, quando a qualidade depende do seu impacto ambiental, o utilizador parece questionar-se sobre a sua atitude ecológica. O que para as empresas poderá representar uma vantagem económica para o utilizador passa a ser uma questão de ética pessoal que põe em causa o produto que tem à sua frente (Goleman, 2009). Uma das possíveis soluções poderá passar pela apresentação de dados e custos reais associando as emissões de carbono, energia despendida ou transporte, que acrescenta camadas de informação sobre o processo de fabrico de um determinado produto e ajuda o consumidor a decidir de forma clara.

Assim, para além da criação de equipamentos que respondam a este desafio, é necessária uma infraestrutura de informação quantificando os seus custos de consumo ambiental. Como exemplo, liderado por Ezio Manzini e François Jégou, o Sustainable Everyday Project funciona como uma plataforma online que desafia a sociedade a questionar novas perspectivas de futuro sustentável estimulando ao mesmo tempo a atitude de cada sujeito. Já Victor Papanek, em 1995, tinha proposto um constante contributo que cada um poderia dar, em função da sua atividade profissional, perguntando "qual o impacto do meu trabalho sobre o ambiente?" (Papanek, 1995, p. 17).

Os debates ambientais e ecológicos estão na ordem do dia. Grandes potências como a Alemanha, Japão e Suécia foram pioneiras ao compreender os perigos que os modelos de produção industrial impõem ao meio natural, reconhecendo "imensos desafios colocados à humanidade" nos quais os designers têm um papel importante, interpretando de forma clara a "responsabilidade social" como um valor comunitário (Papanek, 1995, p. 50). O designer é, também ele, um cidadão sujeito à cultura e aos costumes e, como

tal, partilha igualmente o mesmo desconhecimento, transversal a toda a sociedade, acerca do que é sustentável. Para entender esta vasta temática que é a sustentabilidade ambiental, é necessário um envolvimento mais “profundo”⁷, onde os equipamentos disponíveis no mercado possam ter um papel importante na transmissão de valores criando sinergias entre utilizador/produto e estimulando a procura de conhecimento. Esta “*transição por escolha*” só faz sentido se for reconhecida no produto uma melhoria de bem-estar. Trabalhando “*juízos de valor e o critério de qualidade*” associado (Manzini & Vezzoli, 2005, p. 55), valores esses que podem incidir de forma mais particular através de um produto, ou de uma forma mais global, focados, por exemplo, na redução de dióxido de carbono nas cidades (*Bristol Green Capital*⁸), podemos influenciar diretamente a qualidade de vida dos cidadãos.

A tomada de consciência não parece ser passageira, contradizendo Goleman. A escolha do utilizador é cada vez mais ponderada, criando um terreno fértil para a introdução de novos conceitos que envolvam a comunidade. Manzini alerta no entanto para a tentação de produtos mais vistosos e menos comprometidos com a ideia de “sustentabilidade ambiental”, desafiando os designers a acompanharem as “grandes transformações” sociais e industriais, pois este tema é intrinsecamente um valor universal a explorar. Assim, o designer tem responsabilidades nesta matéria, interferindo nas “*emoções, nos comportamentos e nas atitudes do usuário*” (Bonsiepe, 2013, p. 116) através do produto. O desafio parece estar num olhar menos conservador e mais intergeracional, numa visão ampla do futuro. As novas tecnologias podem ajudar nessa “gigante” tarefa, mas talvez tenhamos chegado ao ponto de olhar para trás, rever o mérito ambiental das técnicas antigas, como a compostagem e/ou vermicompostagem, e reaproveitar esse conhecimento otimizando-o e adaptando-o ao contexto atual, alinhado com as tecnologias e necessidades domésticas.

⁷ Goleman (2009, p. 34) refere-se a este termo evocando o pouco compromisso do utilizador perante o meio ambiente através de um determinado produto “com aparência de um mérito ecológico”. No caso que se apresenta, a profundidade referida diz respeito ao envolvimento do utilizador no ciclo natural da vida, isto é, o produto como ferramenta que ajuda o utilizador a contribuir para a causa ambiental.

⁸ A cidade de Bristol é, durante o ano de 2015, um dos centros políticos e culturais que promovem a redução de dióxido de carbono nas cidades.

2.2 A VERMICOMPOSTAGEM: O PROCESSO COM RELEVÂNCIA AMBIENTAL

“Using earthworms and microorganisms to convert organic waste into black, earthy-smelling nutrient-rich humus is known as vermicomposting.”

(Appelhof, 1997, p. IX)

A compostagem vulgarmente associada ao tratamento de resíduos domésticos, industriais e florestais é o processo biológico de fragmentação e transformação de compostos orgânicos (por exemplo, frutas e legumes) que, por intervenção de microorganismos, fungos ou minhocas, e na presença de oxigénio, origina uma substância chamada húmus (Appelhof, 1997). As suas propriedades físicas e químicas são em tudo diferentes na fase inicial, transformando-se num adubo natural inofensivo, útil por exemplo para floricultura. Esta técnica é talvez uma das mais simples que aproveita o potencial dos RUB, reduzindo problemas ambientais relacionados com a atividade humana e produzindo um fertilizante e condicionador de solos barato e de alta qualidade (Rynk, 1992). Esta solução é genericamente conhecida e tem sido divulgada por diversas entidades de gestão de resíduos. O uso de compostores em jardins e a existência de utilizadores mais informados sobre esta técnica, constitui uma alternativa vantajosa ao descarte



► **Fig. 2**
Compostor Milko provido pela empresa LIPOR (Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto).

dos RUB (Hoornweg et al., 2000). No entanto, o pouco acesso ao exterior (por exemplo um quintal) inibe a prática do processo, geralmente associado a riscos de saúde e desconforto, nomeadamente em zonas urbanas.

A integração desta metodologia no ambiente doméstico não é complexa, necessitando no entanto de algumas considerações. Desperdícios de fruta e legumes são a matéria mais apropriada para estes procedimentos.

Outros tipos de matéria orgânica, como madeira, ossos ou papel, podem igualmente ser utilizados, contudo têm uma velocidade de decomposição longa e podem comprometer o processo de compostagem (Lardinois & Klundert, 1993). Tipicamente, o processo de compostagem natural⁹ é demorado e por isso pouco ajustado ao ritmo urbano.

Para acelerar o ciclo de compostagem podemos recorrer à vermicompostagem (Aquino et al., 2005), que requer menos espaço e utiliza as minhocas em maior volume. Existem no entanto minhocas mais adequadas para este processo: as minhocas “compostoras”, ou “minhocas vermelhas”¹⁰, são conhecidas pelo seu apetite voraz por resíduos em decomposição.

⁹ Refira-se “compostagem natural” por oposição à compostagem industrial, que é acelerada através de movimentos sucessivos e constantes do composto, espoletando o crescimento da atividade microbiana.

¹⁰ Também apelidadas de “minhocas californianas”, embora a sua origem real esteja cientificamente associada ao centro da Europa.

▼ Fig. 3
Representação genérica do processo de vermicompostagem.



Em condições normais, 1 kg de minhocas pode consumir até 0,5 kg/dia de RBV degradados (Pilkington, 2005). Esta relação permite ajustar a eficiência do processo (velocidade e capacidade) de acordo com a produção familiar de resíduos.

Ao caminharmos pelo campo é fácil termos contacto com minhocas. Isto acontece porque estas se deslocam para zonas onde a matéria se encontra em decomposição, servindo-lhes de alimento. Ramos, folhas entre outras metérias são depositadas naturalmente em camadas que, com as condições adequadas de humidade, oxigénio, carbono e azoto, permitem o desenvolvimento e multiplicação de micróbios. Esta ocorrência provoca a sua decomposição. É nesta fase que as minhocas consomem a matéria orgânica degradada e aceleram o processo de transformação, evitando odores. Esta fase do processo liga ciclicamente a morte da matéria orgânica com a vida, dando sustento a novos seres vivos (como por exemplo as plantas).

Para extrapolar este fenómeno natural para o contexto urbano é preciso criar um ecossistema favorável à sobrevivência e saúde das minhocas, estabilizando a temperatura, pH, humidade e oxigénio. Existem equipamentos domésticos que permitem a prática de vermicompostagem, como é o caso do *Worm Café* (Fig. 4), um vermicompostor familiar vertical de plástico, acompanhado de instruções de utilização.



► Fig. 4
Vermicompostor doméstico Worm Café

Observando este tipo de vermicompostor e respetivas imagens, facilmente associamos a sua utilização a espaços exteriores, nomeadamente a jardins. A sua configuração, dimensões e material dificultam a integração no ambiente doméstico e criam uma fácil associação com os habituais contentores de lixo doméstico indiferenciado, escondidos e longe dos olhares indiscretos das visitas. Apesar de ser funcional, a prática da vermicompostagem recorrendo a estes equipamentos não dispensa um acompanhamento por parte do utilizador. Isto porque se trata de um processo natural que requer atenção em várias fases, como a da recolha do húmus. Desta forma, por mais eficiente que seja o sistema, necessita sempre da sensibilidade e conhecimento dos seus utilizadores, bem como de uma alteração dos hábitos diários de gestão de resíduos em família.

2.3 RESÍDUOS ORGÂNICOS EM FAMÍLIA

“As famílias são porventura o actor mais flexível da cadeia de aprovisionamento, podendo orientar o seu comportamento para práticas bastante diversas. Em contra-partida, as causas de desperdício nesta etapa são mais complexas e abrangem desde a falta de sensibilização e conhecimento, a questões de planeamento, rotulagem, armazenamento, bem como outros factores sócio-económicos que influenciam os desperdícios nos lares dos consumidores.”

(Baptista, Campos, Pires, & Vaz, 2012, p. 39)

O fácil acesso a uma grande variedade e/ou quantidade de alimentos que hoje se pode encontrar nas grandes superfícies tem criado nos últimos anos uma produção excessiva e, por conseguinte, um aumento do volume de desperdício alimentar. Se a esse desperdício, também perpetrado pelas grandes superfícies, forem acrescentados cascas, restos de comida processada, fruta e legumes estragados, resultantes da atividade doméstica, atinge-se 1,24 kg de RU diários que cada habitante produziu em Portugal Continental em 2012 (Silva et al., 2014). Segundo dados recentes, em Portugal, de toda a cadeia de aprovisionamento alimentar, a fase de consumo corresponde a 324 mil toneladas/ano, representando a segunda com maior desperdício, apenas superada pela fase de produção (332 mil toneladas/ano) (Baptista et al., 2012). A partir do momento em que são depositados os resíduos num contentor indiferenciado doméstico a deterioração orgânica dos alimentos perceptível pela visão e olfato é naturalmente iniciada, tornando-se nesta fase uma questão de saúde e de higiene doméstica que poucos estão dispostos a assistir. O comportamento habitual em cidades passa pelo seu descarte em contentores comuns junto com tudo o que não se consegue definir como reciclável, terminando desta forma o contacto do sujeito com os resíduos. Desta forma desperdiça-se diariamente um potencial de matéria-prima útil e ignora-se o seu destino final, criando uma espécie de *“ecomioopia”* (Goleman, 2009), onde o reforço de serviços como o transporte e a ampliação de aterros para acomodar tais quantidades

de resíduos passa a ser vital para o funcionamento de aglomerados urbanos. Este desperdício torna-se ainda mais difícil de gerir quando enquadrado numa família unipessoal. No caso de Portugal, a demografia familiar tem sofrido alterações substanciais desde 1960. Apesar de a família constituída por um casal com ou sem filhos ainda representar mais de metade da população (59%) em 2011, os padrões de vida doméstica tendem para famílias de menores dimensões, inclusive de uma pessoa (20,4%), principalmente nos centros urbanos (INE, 2013).

A sensibilização pela via da comunicação em rótulos, receitas e programas de culinária ajuda a reaproveitar alimentos nas cozinhas. Campanhas e/ou ações cívicas como, por exemplo, o projeto *Re-Food* (Refood, 2015) também ajudam a combater esse desperdício. Mas quando o sujeito se depara com alimentos estragados e/ou cascas, não existem alternativas nas cidades que permitam travar a sua acumulação em aterros, ficando estes a cargo de empresas de gestão de RU. Reconhece-se um esforço por parte dos municípios em integrar as famílias no processo de reciclagem e compreensão do ciclo dos resíduos. Como exemplo, a iniciativa *Projeto Família Oeiras Ecológica*¹¹ promove a sensibilização das “famílias do concelho para a gestão ambiental dos seus domicílios, numa óptica de disseminação de boas práticas que integre várias vertentes” (Câmara Municipal de Oeiras, 2015), entre elas a gestão de resíduos em casa. Segundo Peter Damerell,

Os objetos domésticos começam a adaptar-se a este paradigma familiar: veja-se, por exemplo, a máquina de lavar Electrolux Mini Silent (LFE03), com capacidade para 3 kg de roupa, que, comparativamente aos habituais 6/8 kg, necessita de menos energia e menos tempo para ficar totalmente cheia, adequando-se à tendência de famílias unipessoais.

as crianças têm um papel importante nesta sensibilização familiar, servindo de desbloqueadores de preconceitos e influenciando a família a tomar atitudes ecologicamente mais responsáveis (Damerell et al., 2013).

Por outro lado, têm-se desenvolvido em paralelo programas relacionados com o desempenho ambiental das famílias, refletindo-o economicamente. O PERSU II (Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos) define eixos de atuação nesta matéria e inclui tarifários de RU, suportados pelos próprios consumidores na tentativa de encontrar soluções de autossustentabilidade económica e procurar uma equidade entre consumidores. No entanto, em Portugal, estes tarifários apresentam divergências com poucos fundamentos económicos e técnicos. Consequentemente, os valores faturados ao consumidor doméstico não transmitem o custo real dos sistemas de gestão e processamento dos resíduos produzidos. Este facto torna a fase de desperdício e descarte de RU em família numa atividade pouco consciente e alheia às relações ambientais e económicas. Freitas propõe para o Município de Guimarães um sistema *pay-as-you-throw* introduzindo tarifários em função dos resíduos produzidos numa perspetiva “poluidor-pagador” e apelando à responsabilidade partilhada na gestão de RU (Freitas, 2013). Programas idênticos têm sido aplicados noutros países da Europa, resultando numa diminuição de resíduos depositados em aterro ao associar diretamente o valor cobrado com os resíduos produzidos por cada família. Os novos paradigmas de consumo revelam a necessidade incontornável de debater e solucionar, ou pelo menos de diversificar, o encaminhamento e produção de RU em casa. As soluções propostas devem acompanhar o crescimento da população mundial, cuja maioria (66%) se prevê que em 2050 venha a concentrar-se em grandes cidades (Hoornweg et al., 2000).



◀Fig. 5
Diagrama de operações do centro Refood Alvalade

¹¹ Promovido pela Câmara Municipal de Oeiras.

3. PROJETOS DE REFERÊNCIA

A sustentabilidade ambiental é um tema amplo, complexo e com muitas questões por resolver, criando desafios de diferentes naturezas. Será certamente difícil mencionar um projeto que dê resposta a todos esses desafios, mas a introdução de conceitos ou produtos que pontualmente intervenham nos hábitos sociais e estimulem o debate do tema em família produz experiências e conhecimento que, combinados com diferentes áreas de estudo, dão origem a novas e mais eficientes propostas. O ideal, neste caso, é combinar de forma saudável a atividade humana com a estabilidade da biosfera, sem prejuízo das partes.

Os estúdios Libertiny sugerem uma parceria entre o Homem e a natureza servindo-se das qualidades das abelhas como processo de criação material de objetos. *The Honeycomb Vase* (Fig. 6), um projeto experimental, tal como é definido pelos estúdios, introduz o conceito de “cooperação produtiva”. Admite-se aqui um paralelismo com impressão 3D¹² atual. As abelhas conformam involuntariamente modelos, preenchendo moldes pré-feitos com paredes em favos hexagonais leves e biodegradáveis. O resultado são modelos que sugerem uma aproximação aos objetos utilitários e



◀ Fig. 6
Honeycomb Vase
(2005), Estudios
Libertiny.

¹² Tecnologia de fabricação por deposição sucessiva de matéria-prima orientada por um modelo tridimensional digital (Wikipedia, 2015).

▶ Fig. 7
Bee's (2007 - 2009),
Susana Soares.



trabalham o conceito descartável inofensivo em toda a sua cadeia produtiva, “convidando novas colônias de abelhas a participar no processo de design” (Studio Libertiny, 2015). Curiosamente, também a designer portuguesa Susana Soares trabalha características específicas das abelhas, neste caso ao nível da sensibilidade química que potencia o diagnóstico clínico. O projeto *Bee's* (Fig. 7), em vidro translúcido, permite observar as reações e comportamentos das abelhas quando em contacto com o hálito humano. Esta mudança de comportamento, cujo interface é definido pelo desenho do objeto, possibilita o diagnóstico de tuberculose, doenças pulmonares ou diabetes. Através do design, Soares explora o objeto como plataforma de interpretação de mensagens, numa espécie de tradutor entre as abelhas e o Homem.

▶ Fig. 8
Local River (2008),
Mathieu Lehanneur



Por outro lado, o designer francês Mathieu Lehanneur questiona o transporte e consumo de alimentos frescos, propondo a produção local. O projeto *Local River* (Fig. 8) combina dois ecossistemas num ciclo contínuo, conjugando a aquacultura com a hidroponia¹³, isto é, os peixes produzem resíduos que servem de alimento nutritivo para os vegetais, que, por sua vez, purificam a água do aquário. A visão conceptual de Lehanneur configura uma ligação entre diferentes realidades - vegetal, animal e humana - que resulta num objeto que intervém no espaço doméstico de forma decorativa e utilitária. Uma espécie de cooperação, no mínimo controversa, que questiona ao mesmo tempo a origem dos alimentos e o seu destino.



◀ Fig. 9
Insect Breeding (2013),
Katharina Unger

A designer austríaca Katharina Unger vai mais longe, propondo uma reformulação radical dos hábitos alimentares ao explorar a riqueza nutritiva dos insetos face às opções alimentares existentes. O projeto *Insect Breeding* (Fig. 9), um viveiro de insetos doméstico, alerta para as necessidades de adequar a quantidade de alimentos consumidos pelo ser humano, diminuindo o consumo de carne e obtendo a mesma quantidade de nutrientes diariamente. Este projeto, para além de questionar os problemas de produção e transporte de alimentos, sugere a redução do desperdício alimentar, que é, segundo as conclusões do projeto *Biosphere 2* (Fig. 10), um dos fatores de desequilíbrio ecológico perpetrados pela atividade humana. Desenvolvido em

¹³ "Técnica de cultivo em que as plantas são colocadas fora do solo, em recipientes com água e soluções nutritivas" (Priberam, 2015)

▶ Fig. 10
Biosphere 2 (2011),
U.A. Science



Oracle, Arizona, o *Biosphere 2* é uma pesquisa científica da Universidade do Arizona com a missão de entender as sinergias entre a atividade humana e os diversos ecossistemas terrestres. Para tal, foi construída uma estrutura artificial que isolou o ecossistema no interior e que serviu de habitat para oito cientistas durante dois anos. Desta experiência foi possível concluir, segundo a Dr.^a Jane Poynter (membro da equipa original da Biosfera 2), que a atividade diária de uma pessoa tem um impacto no ecossistema refletindo-se na condição orgânica de cada ser humano, alterando a sua capacidade percetiva e obrigando a uma adaptação constante ao contexto em que se insere (TED Talks, 2009). As conclusões obtidas no que à atividade agrícola diz respeito sugerem um maior entendimento e aproximação entre as necessidades alimentares do homem e a capacidade de regeneração da natureza.

▶ Fig. 11
R-Urban (2012),
Atelier d'Architecture
Autogérée



A produção agrícola em espaços urbanos é o tema trabalhado pelo Atelier d'Architecture Autogérée. O projeto *R-Urban* (Fig. 11) é, na verdade, um programa piloto em Colombes (Paris), tendo como objetivo resolver questões sociais e ecológicas em cidades através de dinâmicas de agricultura urbana em comunidade e experiências à escala familiar. O projeto define-se pelo princípio “*produzir o que consumimos e consumir o que produzimos*” (do filósofo André Gorz), numa constante procura por um equilíbrio entre a produção, redução e reciclagem de recursos, utilizando, entre outras, técnicas de aproveitamento de energia verde, reutilização de águas pluviais e a prática de compostagem.

Foi a partir da compostagem, ou, mais especificamente, da vermicompostagem, que os designers Patrice Mouillé e Alain Tessier criaram o projeto *Vermicomposter Vertuo* (Fig. 12). Um sistema composto por cinco peças em grés vitrificado e colorido suportados por componentes de diferentes materiais. A planta no topo não interfere diretamente com o processo de compostagem, sendo apenas decorativa. Admite-se a existência de pontos de contacto entre este projeto e o *Uroboro*, no sentido em que ambos alertam a sociedade para os efeitos negativos que os resíduos domésticos orgânicos provocam no meio ambiente. No entanto existem aspetos que o *Vertuo* não considera.



◀Fig. 12
Vermicomposter Vertuo,
(2010), Patrice Mouillé
& Alain Tessier

É desejável a redução de peças e materiais, diminuindo a necessidade transportes intermédios e recurso a outras indústrias transformadoras. Esta característica permitirá também baixar o impacte ambiental na produção e transporte;

As características físicas do material cerâmico podem favorecer o processo de vermicompostagem, acrescentando novas funcionalidades para além da estética e estrutural.

A utilização da técnica de vermicompostagem dentro de casa pode favorecer um maior contacto entre os utilizadores e o produto, despoletando a curiosidade no processo e promovendo a educação ambiental.

4. DESCRIÇÃO DO PROJECTO

4.1 CONTEXTO DE PROJETO

“Uroboros – Serpente que morde a cauda e simboliza um ciclo de evolução fechada sobre si própria. Este símbolo encerra ao mesmo tempo as ideias de movimento, de continuidade, de autofecundação e, em consequência, do eterno retorno.” (Chevalier & Gheerbrant, 1982, p. 670)

O projeto *Uroboros* foi desenvolvido inspirado na técnica de vermicompostagem e pretende ser enquadrado em habitações criando uma alternativa ao descarte de RUB nas cidades, onde grande parte da população mundial se concentra (Hoornweg et al., 2000), com tendência a aumentar. O estudo da técnica de vermicompostagem por via da experimentação permitiu entender o seu funcionamento. Os problemas encontrados dizem respeito à acumulação de humidade e odores desagradáveis (durante a decomposição dos RUB), bem como ao risco de atração excessiva de mosquitos e moscas durante o processo. No entanto, o maior desafio incidiu na resistência dos utilizadores face ao processo em si: a ideia pré-concebida de que os RUB são essencialmente matérias descartáveis, inúteis e desagradáveis¹⁴ leva a que as pessoas se afastem deste processo.

No fundo tratam-se de estigmas adquiridos em adulto, pois quando somos crianças as brincadeiras na terra e o encontro pontual com minhocas ajudam a promover o contacto e a relativizar a repulsa. Segundo o Professor José Antonio Corraliza¹⁵, a sociedade urbana sofre atualmente do *“sintoma de défice da Natureza”*. Por esta razão, considerou-se importante reduzir, sempre que possível, o contacto do utilizador com as minhocas, tentando controlar o seu posicionamento dentro do sistema no momento em que é abastecido.

Durante o desenvolvimento do projeto, houve a oportunidade de estabelecer algumas colaborações com entidades, permitindo o acesso a tecnologia, matérias-primas e conhecimento. Com a colaboração



▲ Fig. 13
Representação mitológica e simbólica de Uroboros (Chevalier & Gheerbrant, 1982)

Este facto foi perceptível no decorrer do projeto quando se tentava explicar a diferentes colegas, familiares e amigos o tema que se propunha explorar, concluindo-se que a utilização de minhocas é considerada geralmente repugnante.

¹⁴ Desagradáveis principalmente na fase de degradação dos alimentos, pelo seu aspeto repulsivo e pela libertação de odores.

¹⁵ Professor de Psicologia Social e Ambiental da Universidade Autónoma de Madrid.

do Laboratório do CENCAL (*Centro de Formação Profissional para a Indústria Cerâmica*) Caldas da Rainha, foi também possível estudar e desenvolver pastas cerâmicas aditivadas no sentido de encontrar mais alternativas que potenciem o desempenho do *Uroboros*. Para a fase de conformação dos protótipos, contou-se com a disponibilidade da empresa Val do Sol Cerâmicas, S.A., em Moitalina.

4.2 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

"[...] a nova tecnologia – na qual se insere o design industrial – dever-se-ia apoiar em bases tecnológicas, isto é uma tecnologia ecologicamente adequada. A sua concepção pressuporá uma revisão radical dos planos de estudo técnico-científicos e uma aproximação e compenetração das ciências biológicas, das ciências sociais e da engenharia." (Bonsiepe, 1992, p. 86)

O percurso do projeto foi organizado de acordo com quatro fases. A sequência das fases não foi tão linear como a que se expõe, mas representa diretivas que facilitam a sua compreensão. No decorrer do desenvolvimento, considerou-se a necessidade de explorar áreas que, embora não se encontrem no domínio da disciplina de Design de Produto, constituíram instrumentos capazes de *"conhecer melhor a natureza do processo projectual, libertando-o das garras da intuição e despersonalizando-o, em suma: objectivando-o"* (Bonsiepe, 1992, p. 203).

A primeira fase incidiu no estudo da técnica de vermicompostagem. Esta prática era desconhecida para a investigação e, como tal, a sua experimentação foi inevitável. A identificação de problemas e vantagens permitiu especular e testar maquetas, que gradualmente se tornaram mais sofisticadas pela sua configuração e materiais utilizados.

A segunda fase focou-se no estudo e desenvolvimento do material-base do projeto, de forma a encontrar alternativas que potenciassesem o seu desempenho. As experiências em laboratório permitiram obter dados de diferentes materiais testados, balizando os que melhor respondiam ao objetivo que se propunha.

Na terceira fase, a mais transversal de todo o desenvolvimento, recorreu-se ao desenho como base exploratória do conceito de projeto, utilizando o *Uroboro* como plataforma de comunicação. A conjugação dos conhecimentos adquiridos com as experiências e testes aliados à tecnologia existente permitiu

chegar a uma proposta de produto alinhada com a capacidade industrial atual. O resultado, traduzido num desenho final do projeto, foi tecnicamente validado por colaboradores da empresa Val do Sol, passando para a produção dos modelos reais.

A quarta e última fase diz respeito aos testes dos modelos em contexto real, permitindo tirar conclusões que servirão de guia para o aperfeiçoamento do produto. Esta fase contou com a participação de famílias com diferentes perfis¹⁶ e graus de conhecimento sobre a técnica de vermicompostagem que disponibilizaram o seu tempo e espaço doméstico para estes testes.

¹⁶ Hábitos alimentares e estrutura familiar.

4.3 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

O desenvolvimento do projeto *Uroboro* considerou o estudo da vermicompostagem e do material que lhe serve de base, aproximando a técnica do contexto doméstico e do utilizador. Dos dados obtidos, resultou um modelo final testado.

4.3.1 Estudo da técnica de vermicompostagem

A experimentação com base na técnica mais difundida de vermicompostagem (Pilkington, 2005) permitiu entender os seus requisitos. A produção das diversas maquetas, mais detalhadas no Anexo 1, foi gradualmente evoluindo para objetivos também focados na comunicação entre o equipamento e o utilizador, criando pontes entre o processo de vermicompostagem e o ritmo quotidiano doméstico. Por exemplo, o volume das peças teve em conta a média de RUB produzidos diariamente por pessoa em Portugal; as formas das peças foram estudadas para facilitar a integração do objeto no espaço habitacional; o material foi explorado com propósitos físicos específicos, possibilitando a sua utilização dentro de habitações, independentemente da fase de decomposição dos RUB.

As experiências realizadas deveriam ajudar à inclusão do utilizador no processo sem perturbar o seu normal funcionamento. Considerou-se como princípio que o sistema deveria:

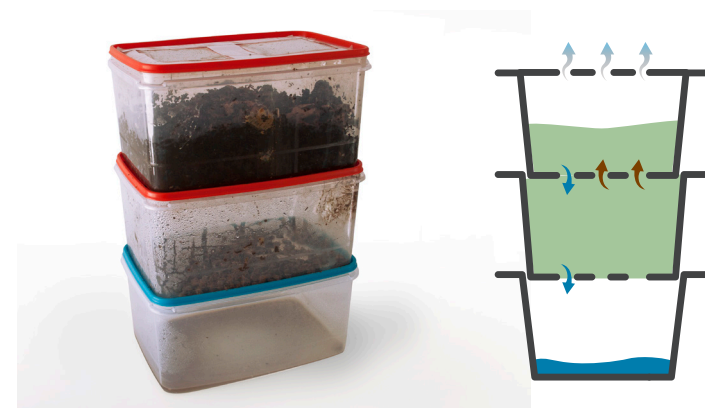
1.º: Proporcionar condições para a sobrevivência das minhocas, refletindo-se também no processo de vermicompostagem;

2.º: Utilizar o produto como plataforma informativa da evolução do processo no interior, reduzindo o contacto visual entre o utilizador e as minhocas (principalmente na fase crucial de degradação dos resíduos¹⁷);

3.º: Permitir a utilização do produto mesmo exposto à luz e à oscilação de temperatura;

¹⁷ A designação "fase crucial" refere-se ao momento em que a degradação dos resíduos provoca odores mais intensos, coincidindo com a fase de liquidação dos mesmos.

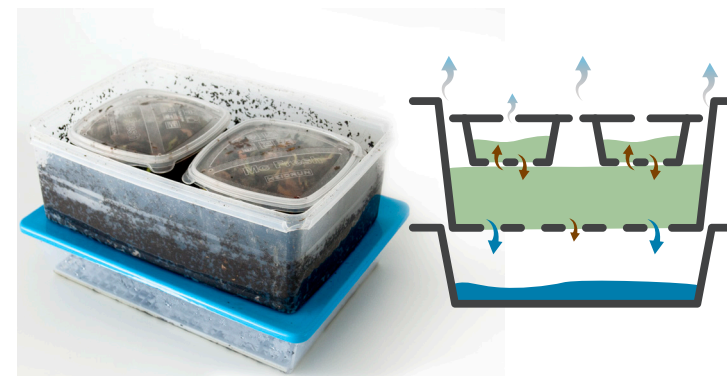
► Fig. 14
Sistema A1 (à esquerda) e esquema de circulação (à direita).



4.º: Possibilitar a mobilidade e integração no espaço doméstico (no que diz respeito ao volume e estética).

O sistema A1 (Fig. 14) consistiu no primeiro contacto com o processo de vermicompostagem baseado na lógica proposta por Pilkington (Pilkington, 2005). Para esta experiência, recorreu-se a 500 gr de minhocas e a contentores translúcidos em polipropileno (PP) adaptados com bases perfuradas e zona de recolha de líquidos. O sistema modular foi tapado com malha de fibra poliéster de 0,5 mm para arejar. Foi alimentado com 400 gr de RBV (resíduos biodegradáveis vegetais) variados¹⁸ uma vez por semana, por um período de um mês e meio. Posteriormente, verificou-se a transformação dos resíduos em húmus, mas a insuficiência de drenagem do líquido proveniente da vermicompostagem, geralmente chamado "chá de húmus" (Pilkington, 2005), transformou parcialmente o processo numa digestão anaeróbica¹⁹, originando a perda

► Fig. 15
Sistema A2 (à esquerda) e esquema de circulação (à direita).



¹⁸ Em todo o estudo, foram utilizados RBV constituídos maioritariamente por cascas de fruta e vegetais. Evitou-se a utilização de cascas de cebola, alho, tomate e citrinos para evitar o desequilíbrio do pH no sistema.

¹⁹ Biodegradação de resíduos na ausência de gás oxigénio.

de parte da população de minhocas. Também se verificou a presença de mosquitos da fruta devido à exposição ao ar e/ou à pré-contaminação dos resíduos introduzidos.

O sistema A2 (Fig. 15) foi desenvolvido para resolver os problemas verificados no sistema anterior. Deste modo, foi colocada uma camada de gravilha e pedras²⁰ evitando que o húmus gerado entupisse os orifícios de drenagem. Para evitar a exposição do processo aos mosquitos, depositou-se uma camada com 5 mm de folhas diversas para secar a zona superior. Revelando-se pouco eficientes, as folhas foram substituídas por uma camada de 10 mm de serrim de madeira virgem, alcançando assim melhores resultados (redução dos mosquitos). O processo de vermicompostagem foi estabilizado²¹ e resolvido o problema de drenagem. Apesar de menos expressiva, a presença de mosquitos continuou a existir.

Criou-se um novo objetivo para este sistema, que incidiu no controlo da população de minhocas, recorrendo a contentores translúcidos em PP de menores dimensões com base e tampa perfuradas. Dois desses contentores foram pousados diretamente em contacto com a cama das minhocas, servindo de “isco” quando abastecidos com RBV. Esta experiência permitiu estudar a hipótese de direcionar as minhocas para zonas específicas do sistema, evitando o contacto visual com o utilizador. Verificou-se a acumulação de minhocas nos novos contentores quando alimentados, especialmente quando tapados, acelerando a transformação dos resíduos mas produzindo mais humidade, que gradualmente se infiltrou na cama das minhocas²². Apesar de o sistema ter funcionado como previsto, os contentores não acompanharam o ritmo de produção de RBV esperado de 200 gr/dia²³.

Neste sentido, o sistema B1 (Fig. 16) em PP foi criado na tentativa de confirmar a possibilidade de processar tais quantidades diárias, com as mesmas características de drenagem anteriores mas protegido da luz nas paredes laterais, recorrendo a película preta, que substituiu também o serrim de madeira. O sistema,

²⁰ Com, no máximo, 10 mm de diâmetro.

²¹ A fase em que as minhocas se concentram na zona neutra do sistema (cama das minhocas) sem saírem do sistema.

²² A constituição de uma cama de minhocas, geralmente localizada na base do sistema, é aconselhada para iniciar um novo sistema. É referido por Appelhof e Pilkington como a zona do sistema que serve de refúgio sempre que existem desequilíbrios de humidade, pH ou temperatura provocada pela introdução de novos RUB.

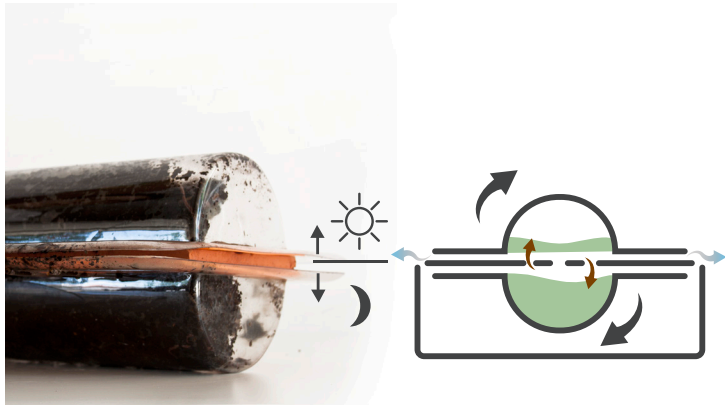
²³ Segundo a APA (Agência Portuguesa do Ambiente, 2014), em 2012 foram produzidos por cada português 0,677 kg de RUB/dia. Não existindo dados relativos à percentagem de resíduos vegetais produzidos, considerou-se que 1/3 dos RUB produzidos corresponderia a resíduos urbanos vegetais, obtendo-se assim o valor de 200 gr/dia.

► Fig. 16 Sistema B1 (em cima) e esquema de circulação (em baixo).



que contou com a adição de mais 500 gr de minhocas, permitiu igualmente explorar a deslocação da população de minhocas no sentido horizontal, para as zonas com RBV frescos, expandindo-se gradualmente ao longo da área disponível. O sistema B1 teve um desempenho no processamento de resíduos largamente superior ao anterior, aproximando-se das 200 gr/dia, também devido à procriação de minhocas e à crescente atividade microbiana existente no sistema. A proteção da luz permitiu estender a atividade das minhocas durante o dia, mesmo nas zonas em contacto com as paredes. A acumulação de humidade, retida pela película no topo, acelerou também a degradação dos RBV. Verificou-se no entanto, tal como nos sistemas anteriores, a deslocação de grupos de minhocas para o contentor de recolha do chá de húmus, na zona inferior. Devido ao formato, considerou-se esta solução pouco adequada aos objetivos propostos, pois não diminuía o contacto das minhocas com o utilizador (de cada vez que o sistema era aberto, eram perfeitamente visíveis as minhocas em atividade) e a sua configuração não ajudaria à integração e mobilidade em ambiente doméstico.

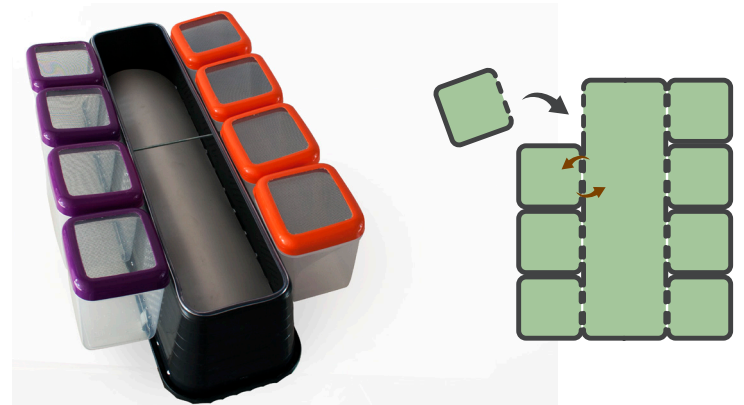
Introduziu-se de seguida o sistema C1 (Fig. 17), onde se explorou as características fotofóbicas das minhocas. Foram conformadas duas chapas em polietileno (PET) translúcidas que perfaziam um cilindro. Os compartimentos foram divididos por uma laje de 10 mm de espessura em barro vermelho perfurado que permitia a circulação dos 200 gr de



◀Fig. 17
Sistema C1 (à esquerda) e esquema de circulação e funcionamento (à direita).

minhocas mas evitava a mistura dos RBV entre os dois compartimentos. A metade inferior do cilindro foi colocada dentro de uma caixa isolada da luz, ficando a parte superior exposta. Desta forma, pretendia-se que as minhocas se deslocassem para a zona inferior (protegida da luz), diminuindo a probabilidade de contacto visual com o utilizador. O sistema foi abastecido alternadamente e rodado uma vez por semana com 400 gr de resíduos em cada metade do cilindro. A experiência não foi bem-sucedida, pois no final de duas semanas verificou-se que a drenagem era insuficiente, acabando os canais (feitos para o efeito) por ficar obstruídos. O sistema acumulou líquido em excesso, convertendo-se o processo numa digestão anaeróbica e, por conseguinte, atraindo mosquitos. No entanto, foi possível verificar a deslocação em massa da população de minhocas entre os compartimentos, concentrando-se visivelmente na zona inferior. Foi igualmente perceptível que a peça em barro vermelho absorvera parte do líquido gerado, constituindo um novo dado de inspiração para o modelo final, mais tarde desenvolvido.

Na continuação do estudo do sistema C1, a introdução do D1 (Fig. 18) explorou o controlo alternado das minhocas em compartimentos individualizados e destacáveis. Aproveitou-se também para explorar uma nova base de drenagem sem recurso a gravilha e pedras. Uma superfície curva em PET serviu de base para a cama das minhocas, que canalizava a humidade



▶Fig. 18
Sistema D1 (à esquerda) e esquema de reposição de abastecedor (à direita).

em excesso para as paredes com rasgos de saída. O contentor paralelepípedo em Policloreto de vinila (PVC) opaco, tapado com uma madeira natural não tratada, serviu de cama das minhocas. Marcaram-se seis pontos de leitura de pH e humidade nas paredes perfuradas que coincidiam com as perfurações dos contentores destacáveis (abastecedor) em PP. Estes, também perfurados na base, foram tapados com malha de fibra poliéster de 0,5 mm. Dia sim dia não, foram adicionados 400 gr de RBV até ocuparem todos os oito lugares dos abastecedores. As minhocas passaram entre os abastecedores mais recentes, mas a drenagem dentro destes continuou a ser um problema regular, limitando o tempo da experiência. Ainda assim, foi possível terminar o ciclo de 8 abastecedores e comprovar a eficiência da drenagem no contentor-base. As leituras de pH e humidade oscilaram com a adição de RBV frescos, mas mantiveram-se em parâmetros aceitáveis²⁴ para a sobrevivência das minhocas.

O material utilizado para o sistema E1 (Fig. 19) foi inspirado nos fenómenos de absorção do barro verificados anteriormente (sistema C1). A forma cilíndrica evita a acumulação de minhocas em cantos e arestas, verificada nos sistemas paralelepípedicos. Com base perfurada para escoamento de humidade, permitia o encaixe de uma peça (vaso) com plantas no topo, que constituíam uma barreira aos mosquitos da fruta, limitando o espaço entre os RBV e a base do vaso. Por ser porosa e absorvente, era suposto

²⁴ Valores que permitam a sobrevivência das minhocas (pH entre 4-9, humidade entre os 65-70% e temperatura entre 18-23°C (Pilkington, 2005)). Existem valores mais propícios a aumentar a produtividade das minhocas: temperatura 20°, humidade 70% e pH 7.



◀Fig. 19
Sistema E1 (à esquerda)
e esquema de deslocação
do vaso (à direita).

potenciar a troca de nutrientes e humidade por via do material entre a terra (no topo) e a pilha de resíduos (em baixo). Produziram-se dois sistemas idênticos, cuja capacidade foi reduzida face aos anteriores devido a questões técnicas de produção. Foram adicionadas 150 gr de minhocas e 100 gr de RBV em cada sistema. Para assegurar a drenagem, foi colocada gravilha na base. Passados sete dias, os dois sistemas foram reabastecidos com mais 100 gr, processo que, durante dois meses, se repetiu semanalmente ou sempre que se observava a total degradação dos resíduos²⁵. Verificou-se que o processo de vermicompostagem se realizava ao ritmo da deposição dos RBV. O barro funcionou ao mesmo tempo como filtro de odores na fase crucial de degradação de resíduos e permitiu a evaporação de humidade, sem acumulação de chá de húmus na base. Este facto pode estar também relacionado com o pouco volume de resíduos depositados. As manchas de humidade, perceptíveis nas paredes, localizavam a zona onde mais se concentrava. O vaso deslocava-se verticalmente ao ritmo da decomposição dos resíduos. Ao regar as plantas, a água era transmitida para o sistema, e se o vaso fosse levantado de seguida, podia-se observar a concentração de minhocas no topo, atraídas pela humidade.

A pasta utilizada no sistema E1 comprovou-se eficaz. Estas conclusões conduziram a investigação para a otimização do barro, potenciando a absorção e evaporação permitindo que a planta fosse

²⁵ Esta degradação era visível quando os resíduos davam lugar ao húmus, perceptível pelo seu aspeto negro e granuloso característico e pela ausência de odor.

constantemente regada sem risco de acumulação de humidade em excesso. Pretendia-se igualmente tentar aumentar a troca de humidade entre o vaso e o sistema através do material. Passou-se assim ao estudo e em laboratório.

4.3.2 Material e características físicas

A seleção da cerâmica, e em especial do barro vermelho, como matéria-prima de todo o projeto, inspirada no sistema E1, permitiu responder a diversos problemas identificados no estudo anterior. Contudo, esta seleção teve também em conta as suas características ambientalmente sustentáveis.

O barro vermelho (terracota) é o tipo de material cerâmico mais simples que se conhece. As pastas de terracota são constituídas unicamente por argilas ou por argilas misturadas com areia, que exigem um menor nível tecnológico e um menor investimento nos respetivos processos de fabricação. Tal como as areias, as argilas são abundantes (minimizando o transporte) e de fácil extração, por se localizar geologicamente à superfície da terra. As menores temperaturas de cozedura (cerca de 1000°C) relativamente a outras pastas cerâmicas (faiança, grés, porcelana) ou mesmo às utilizadas para o processamento do petróleo para se obter granulados de polímeros para injeção, ajudam a diminuir a emissão de CO₂. A porosidade do barro vermelho é muito apreciada em louça utilitária, como vasos, louça para o forno e peças decorativas, embora também se utilizem noutros setores esteticamente mais exigentes, como materiais de construção e decoração. Visualmente, o barro vermelho cria uma ligação perceptual com a terra no seu estado natural e talvez por isso seja muito direcionado para aplicações no exterior (Lefteri, 2003). O barro vermelho é, comparativamente com as restantes cerâmicas, um material de virtudes ecológicas, estando disponível em praticamente todos os países devido às suas exigências técnicas e de produção baixas. É reutilizável e reciclável (permitindo a reincorporação no processo produtivo), originando baixo desperdício de produção. É também utilizado como isolante térmico, e a aplicação de vidro

confere-lhe impermeabilidade. Todos estes atributos tornaram o barro vermelho distintivo e um elemento-chave para o desenvolvimento do projeto.

Para o estudo e otimização de pasta, mais detalhado no Anexo 2, recorreu-se ao laboratório do CENCAL Caldas da Rainha. Utilizaram-se três pastas de referência de diferentes origens, abreviando o processo de preparação de uma pasta totalmente nova. A estas foram misturados aditivos que potenciassesem a sua porosidade quando cozidas, obtendo-se assim uma maior absorção e evaporação face à pasta de referência cuja sua origem se designa abaixo:

Pasta A – Loja do Ceramista (Caldas da Rainha);



Pasta B – Empresa Val do Sol Cerâmicas, S.A.;

Pasta C – Empresa PreCeram, S.A.

Estas foram secas numa estufa a 110°C e partidas para facilitar a mistura por via líquida (Fig. 20).

Para efeitos de amostra, foram selecionados e utilizados os seguintes cinco aditivos, que apoiados em bibliografia e segundo produtores e laboratórios do setor das argilas (Sorgila, Sociedade de Argilas, S.A. e CENCAL), poderiam aumentar a porosidade da pasta de referência:

Aditivo A – Serrim de madeira;

Aditivo B – Pó de cortiça;

Aditivo C – Argila expandida;

Foi curioso constatar que este estudo era contrário ao que geralmente a indústria cerâmica procura: pastas pouco porosas.

◀ Fig. 20
Preparação da pasta de referência Val do Sol.

▶ Fig. 21
Peneiração dos aditivos,



Aditivo D – Diatomite;

Aditivo E – Calcite.

Estes foram peneirados (Fig. 21) e misturados com as três pastas de referência por via líquida e com a ajuda de um turbo diluidor. A mistura, segundo as percentagens de 5%, 10%, 15%, 20% e 30%, foi enxuta em lajes de gesso para permitir a produção de provetes de 10 e 20 cm.

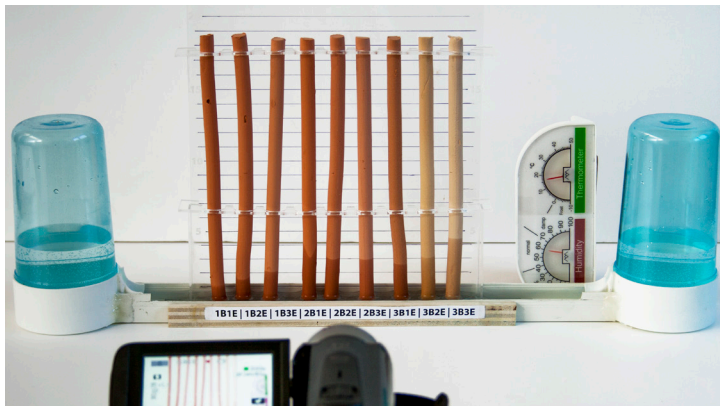
Após a extrusão dos provetes (Fig. 22), estes foram secos e cozidos segundo três temperaturas: 850°C, 950°C e 1050°C.

As bandejas no forno foram posicionadas (Anexo 2) de forma que a temperatura fosse distribuída homoganeamente e a leitura da mesma em cada patamar recorreu a argolas de buller. Combinando todas as variáveis, perfez-se um total de 135 referências, que foram submetidas a ensaios de resistência mecânica à flexão

No caso dos aditivos A e B, foram utilizadas percentagens mais baixas (5%, 10% e 15%), devido à perda de plasticidade na fase de extrusão dos provetes. As restantes foram misturadas com 10%, 20% e 30%.

▶ Fig. 22
Extrusão e corte dos provetes





◀ **Fig. 23**
Teste de velocidade de ascensão capilar (VAC).

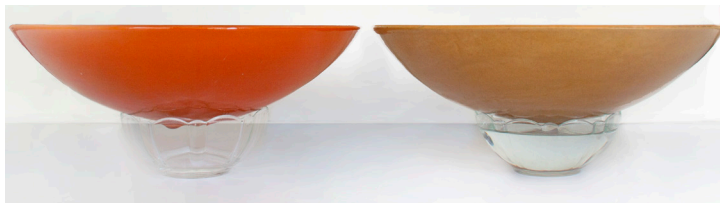
(RF), absorção de água, e velocidade de ascensão capilar (VAC).

Para o ensaio de velocidade de ascensão capilar, foi criado um dispositivo (Fig. 23), não existente no laboratório, que permitiu comparar a velocidade das absorções entre os provetes de diferentes pastas. Consistia num suporte que permitia o alinhamento de nove provetes de 20 cm em simultâneo numa base com uma trama de espaçamento com 10 mm, mergulhados num canal de água a uma cota constante.

Este processo foi gravado durante 60 minutos com recurso a uma câmara convencional, e os dados (ao minuto) foram recolhidos posteriormente.

Os resultados dos diferentes testes foram traduzidos em gráficos, que se encontram no Anexo 2, onde se pôde comparar o desempenho de cada pasta com os resultados das pastas de referência. Desta análise, concluiu-se que as pastas aditivadas com maior potencial de absorção sem comprometer a RF coincidiam com a pasta B aditivada com 10% e 20% de calcite segundo as temperaturas de 950°C. Constatou-se também uma mutação de cor nas

Pretendia-se que o projeto utilizasse a cor como elemento agregador de todas as peças. No caso de utilizar peças com diferentes cores, esta ligação perder-se-ia.



◀ **Fig. 24**
Teste de migração de água no sentido descendente. Pasta B (à esquerda) e pasta alterada (à direita) com 20% calcite a 1005°C.

percentagens mais altas como se pode observar na Fig. 23. Esta mutação foi considerada esteticamente desvantajosa para o projeto pois, se esta pasta fosse utilizada no vaso, este ficaria desligado das restantes peças e o conjunto tornar-se-ia cromaticamente incoerente.

Mais tarde estes resultados foram validados. Foram produzidas peças idênticas ao protótipo com pasta B de referência e a pasta B aditivada com 20% de calcite, ambas cozidas a 1005°C²⁶. No caso do teste de migração de água no sentido descendente. (Fig. 24), as peças foram pousadas num recipiente de vidro e foram derramados 220 ml de água no topo de ambas. No caso da peça com pasta aditivada, toda a água desapareceu em 90 minutos, passando para o recipiente em vidro que serviu de base. No caso da pasta B de referência, essa absorção levou um dia e meio.

O teste de migração de água no sentido ascendente (Fig. 25), pretendia confirmar a possibilidade de troca de humidade através do material no sentido inverso. Foram produzidas peças idênticas ao protótipo (à escala 1:2), cozidas a 950°C e preenchidas com areia de rio seca. Na zona inferior, utilizou-se uma cinta translúcida em PET, que abraçou as peças, garantindo o contacto da areia com a superfície inferior da peça. Verteu-se água na base e observou-se a ascensão da humidade através dos grãos de areia, cromaticamente perceptível. Passadas 24 horas,

▶ **Fig. 25**
Teste de migração de água no sentido ascendente

²⁶ As diferenças de temperatura entre as duas experiências deveram-se ao facto de uma ter sido cozida na empresa Val do Sol (que trabalha apenas com temperaturas de 1005°C) e a outra nos Laboratórios CENCAL. No entanto, ambas foram consideradas válidas, pois o que se pretendia era fazer uma comparação entre os pares cozidos segundo as mesmas condições.



verificou-se, por via tátil, que a areia na cavidade das peças se encontrava húmida. Concluiu-se assim que a troca descendente e ascendente de humidade é possível, podendo ser melhorada de acordo com o índice de porosidade da pasta, neste caso adicionando 20% de calcite à pasta B de referência cozida a 950°C.

4.3.3 Indicadores percetuais

O desenvolvimento do projeto *Uroboro* pretendia proporcionar também uma experiência de utilização fácil e intuitiva que passaria por encontrar soluções que contornassem os estigmas sociológicos referidos pelo Professor José Corraliza, também aplicáveis para o caso do contacto das pessoas com as minhocas. Neste sentido, trabalharam-se indicadores que informassem o utilizador da evolução do processo no interior, reduzindo o contacto visual com as minhocas e degradação dos resíduos. Numa visão mais conceptual, pretendia-se também associar o processo de vermicompostagem e respetivo produto à terra, o meio natural de onde foi originalmente inspirado (Pilkington, 2005).

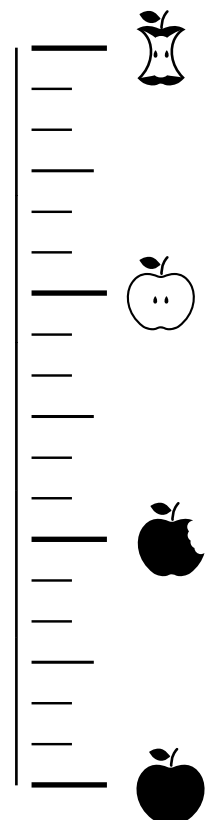
Pegando nas conclusões do estudo referente ao sistema E1, aproveitou-se a fase de perda de volume dos resíduos durante a sua degradação para fazer deslocar a peça superior (vaso). Esta ocorrência, aliada a uma métrica (Fig. 26), permite que o utilizador acompanhe a evolução da degradação no interior. Essa métrica, com desenhos das várias fases de consumo de uma maçã, transmite simbolicamente a ideia de cheio/vazio, relacionando-se com as necessidades das minhocas no interior do sistema.

As manchas que ao longo do tempo se tornaram visíveis nas paredes do sistema E1 (Fig. 27), provocadas pela absorção capilar do barro a partir do interior, foram também consideradas relevantes para o projeto. Isto acontece porque a parede interior não foi vidrada, permitindo a absorção, que passou percetivelmente para o exterior. Estes indicadores informam o utilizador

É frequente encontrar-se minhocas em fruta sem tratamento químico. A associação da maçã ao projeto foi inspirada nessa constatação, muitas vezes representada em desenhos para crianças.

Em termos estéticos, as manchas irregulares acrescentariam ao projeto um lado mais orgânico e imprevisível, funcionando como uma espécie de pintura mutante da superfície das peças.

▼ Fig. 26
Iconografia aplicada com decalque.

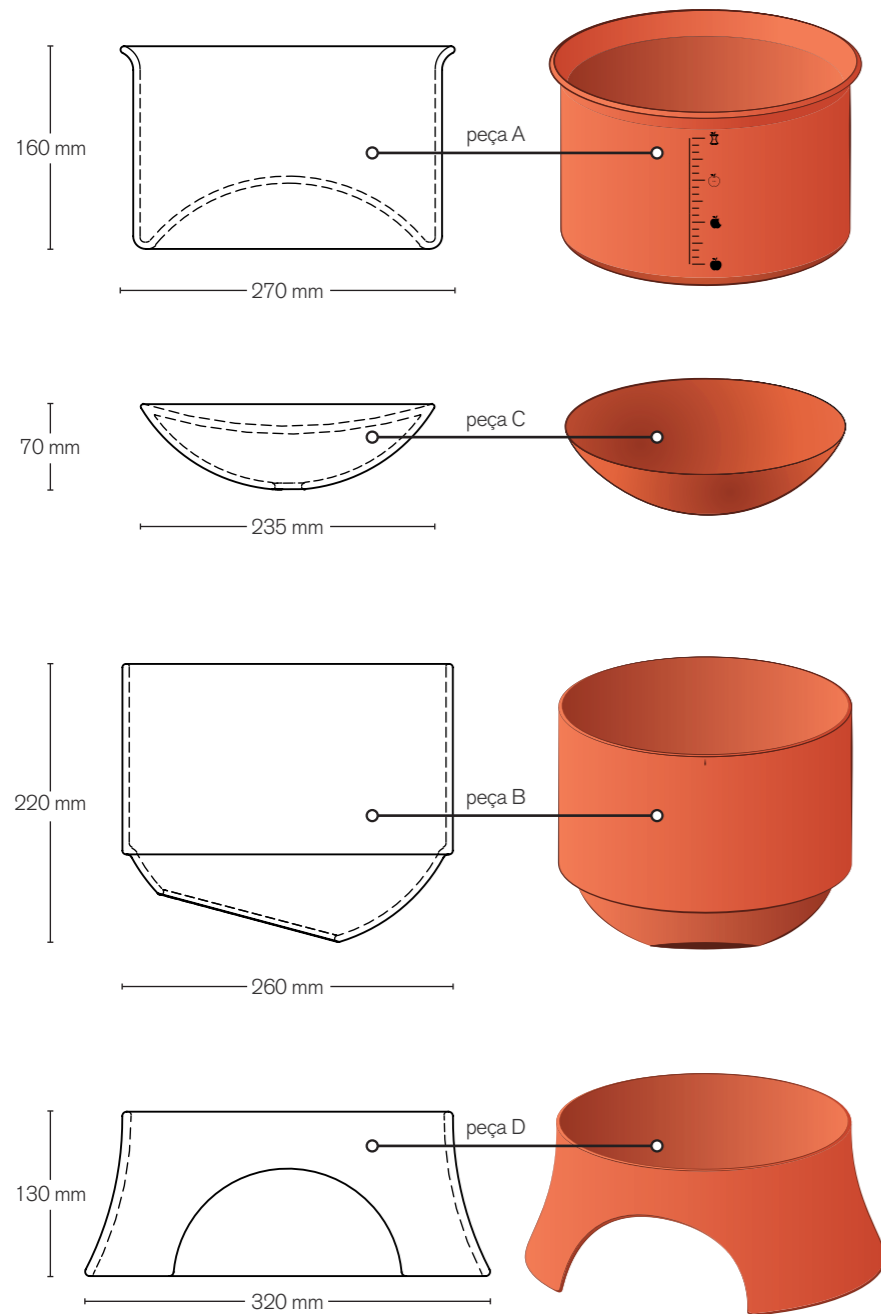


► Fig. 27
Manchas de humidade no sistema E1.



da presença e localização da humidade e o sistema permite a sua reposição, regando a planta.

A associação de plantas ao projeto sugere a necessidade de luz natural, propondo que o utilizador instale o equipamento ao pé de uma janela, arejando o sistema. Em caso de contaminação de mosquitos, estes poderiam assim escapar-se para a rua. Por outro lado, o produto poderia servir como ferramenta educativa, possibilitando, por exemplo, experiências de horticultura em família.



peça A – Contentor para plantas vidro na parede exterior que conserva a humidade da terra e diminui o atrito com a peça B, movendo-se no interior ao ritmo da degradação dos resíduos. A iconografia na parede exterior serve de referencial de posição da peça. Com a base côncava não vidrada, a sua extremidade superior serve de pega e também de batente, isolando o interior do sistema quando se encontra totalmente rebaixada (Fig. 32);

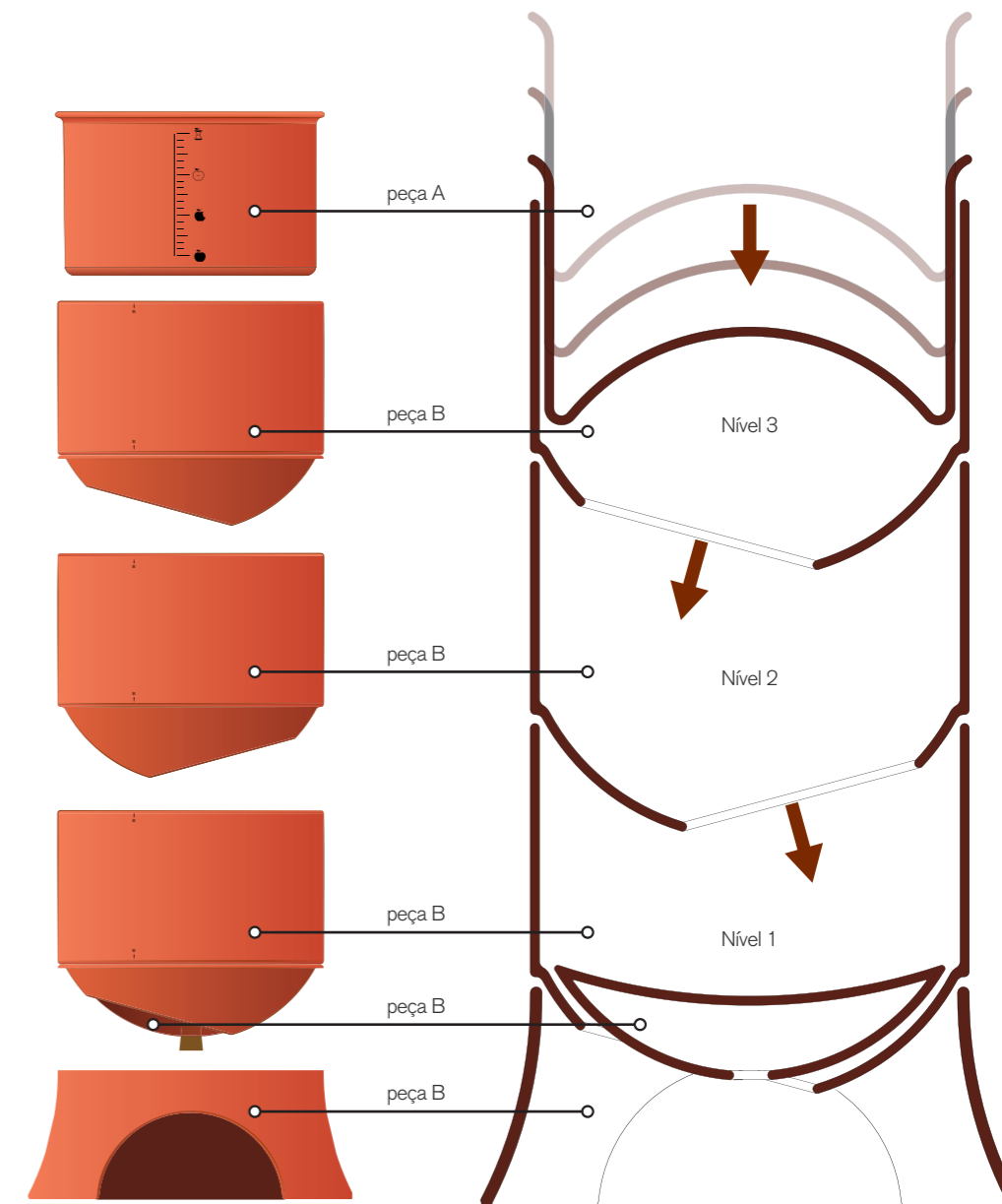
peça B – Contentor para minhocas e RBV com capacidade de 7 l, que pode ser multiplicada acrescentando mais níveis ao sistema (Fig. 32). De barro não vidrado, possibilita o arejamento e evaporação da humidade no interior, servindo também de filtro de odores. O barro confere também propriedades térmicas, evitando o choque de temperatura com o ambiente envolvente quando exposto diretamente ao sol ou ar condicionado. De base semiesférica, seccionada de forma descentrada em relação ao eixo, este contentor permite a passagem dos resíduos, minhocas e humidade. Possui marcações (em decalque) na parede exterior para ajudar o utilizador a posicionar novos níveis. Serve também de suporte para a peça C;

peça C – Reservatório do sistema com a superfície superior côncava não vidrada e a inferior convexa vidrada no exterior. Tem uma abertura na zona inferior, onde se coloca uma rolha (de preferência de cortiça), acessível devido à secção feita na peça B (Fig. 32);

peça D – Suporte de todo o sistema com acesso à peça C. O desenho, com uma base mais larga, confere estabilidade ao *Uroboro*, criando uma progressiva passagem do plano horizontal do chão para o perfil vertical do sistema (Fig. 32).

► **Fig. 31**
Esquema em corte frontal do *Uroboro* e ilustração de cada peça.

◄◄ **Fig. 32**
Ilustração de perspetiva explodida do *Uroboro*.



4.3.5 Circulação da humidade

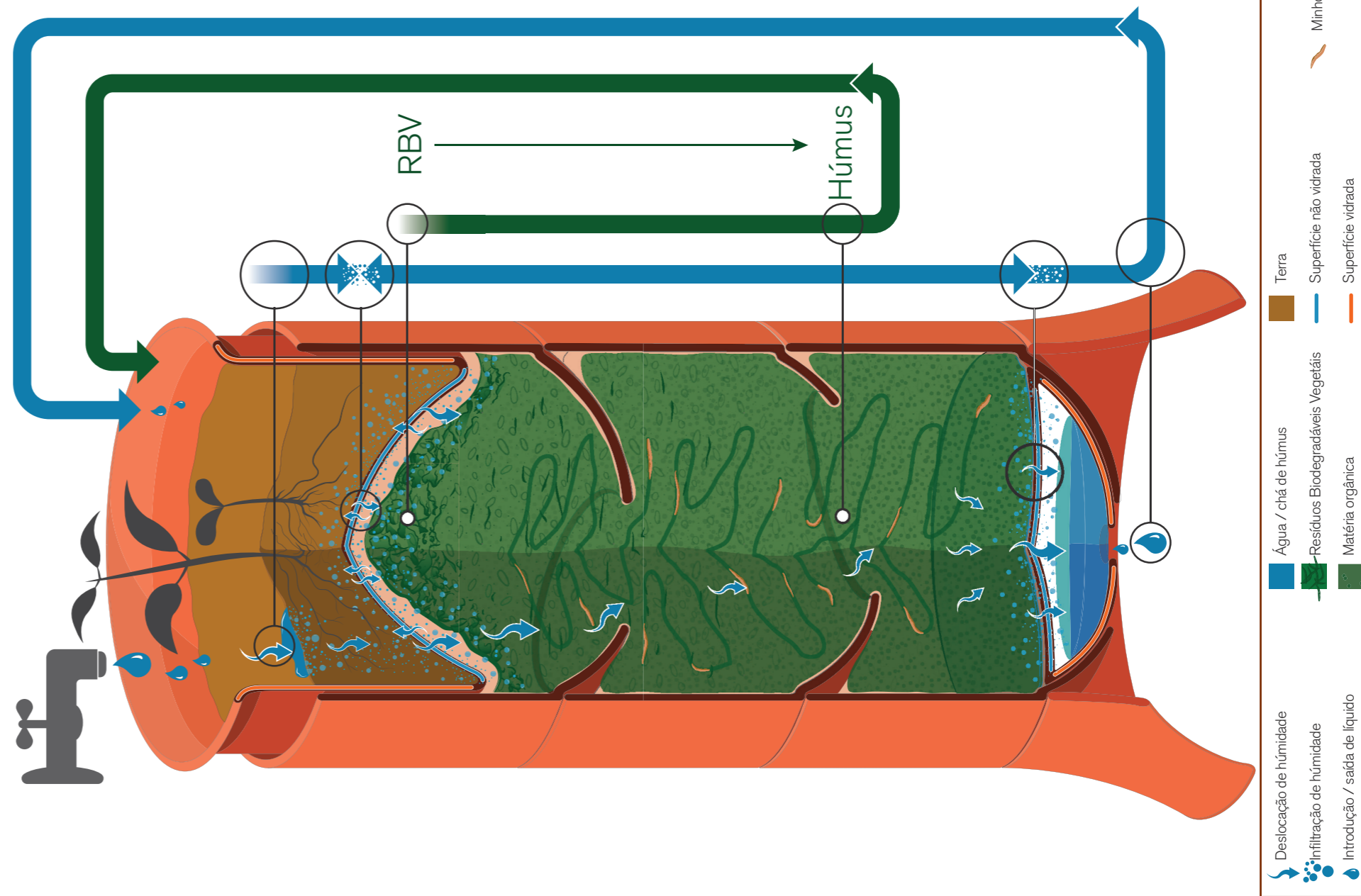
O excesso de humidade dentro do sistema é progressivamente evaporado através das paredes não vidradas (Fig. 33). A base da peça A, que direciona e concentra a humidade, permite a sua troca no sentido ascendente (proveniente do processo de vermicompostagem) e no sentido descendente (proveniente da rega da planta). A que não evapora desce e é absorvida pela peça C, através do barro não vidrado na superfície superior. A superfície inferior, vidrada e por isso impermeável, serve de barreira ao líquido que se acumula no interior. Posteriormente, esse líquido, designado “chá de húmus”, pode ser recolhido pelo acesso para o efeito na peça D. Esse chá pode ser utilizado como alimento nutritivo para as plantas no topo.

A utilização de vidro nas peças foi limitada às zonas onde era importante impedir a evaporação e a passagem de humidade para fora do sistema. Esta limitação teve dois propósitos: o ecológico, reduzindo a necessidade de mais energia de produção, e o industrial, diminuindo as fases de produção.

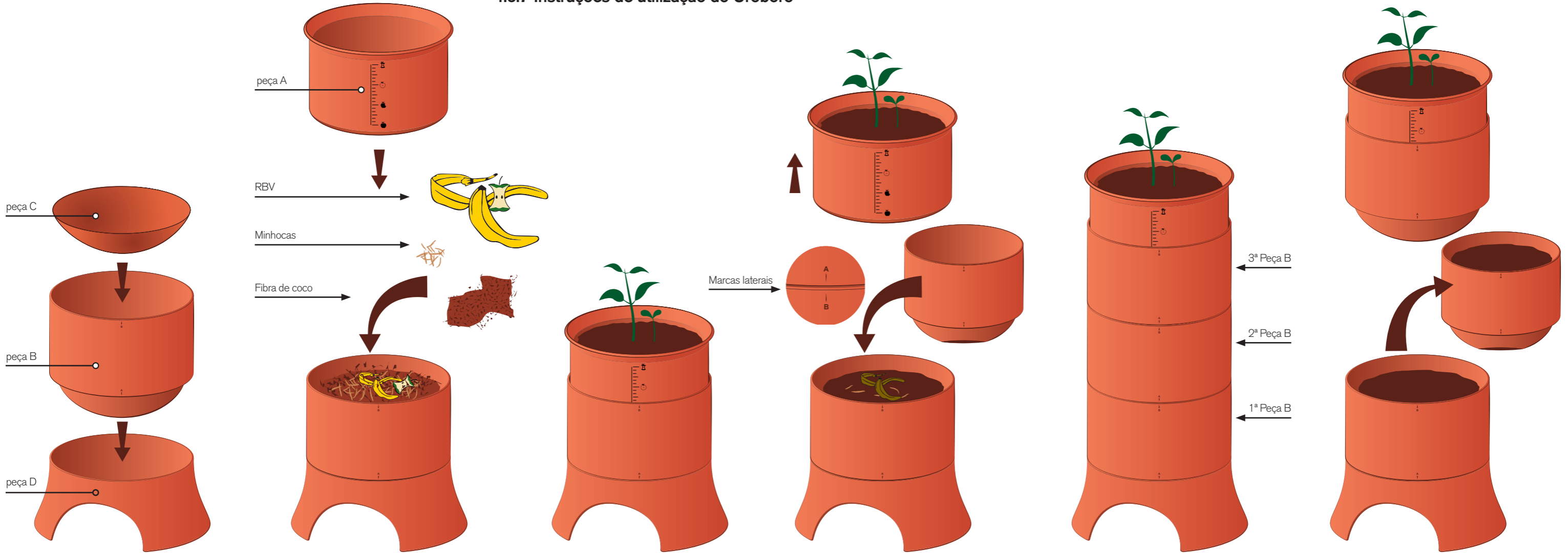
4.3.6 Circulação de minhocas e matéria orgânica

A pressão exercida devido à acumulação em altura de húmus e RBV, na zona inferior, pode limitar a mobilidade das minhocas. Considerando este problema, foi feito um corte na peça B descentrado do seu eixo, permitindo a descida dos resíduos no interior e criando zonas de quebra de pressão (Fig. 34). Este corte possibilita que toda a matéria orgânica no interior se mantenha constantemente unida, mesmo quando existe uma compactação, permitindo que as minhocas circulem livremente por todos os níveis do sistema (representado pela área verde da Fig. 33), sendo toda a massa interior suportada pela peça C. As marcações da peça B (Fig. 30) ajudam o utilizador a posicioná-la corretamente por cima da já existente, rodando-a 180° sobre o seu eixo e criando alternadamente quebras de pressão.

► Fig. 33
Esquema de circulação de humidade no interior do Uroboro..



4.3.7 Instruções de utilização do Uroboro



Fase 1

Encaixar as peças D, B e C pela ordem ilustrada. A peça C é rolhada antes da ser encaixada no interior da peça B.

Fase 2

Iniciar a compostagem com a deposição de fibra de coco na base, minhocas (+/- 250gr mínimo) e RBV diversos. Encaixar o vaso (peça A) na peça B, ficando pousado nos RBV.

Fase 3

Encher do vaso com terra e flores ou plantas. Desencaixar o vaso para abastecer o Uroboro com RBV sempre que for necessário (perceptível pela régua exterior do vaso).

Fase 4

Adicionar nova peça B sempre que se verificar que a última adicionada já se encontra cheia. O encaixe deverá ter em atenção as marcas laterais, coincidindo A com B como demonstrado.

Fase 5

Não exceder as três peças B. Sempre que se verificar pouca humidade no interior poderão ser adicionados RBV com mais água (ex: couves, kiwi, diospiro).

Fase 6

Substituir a segunda peça B por uma vazia sempre que se verificar que a terceira já se encontra cheia. Poderá ser substituída por uma nova convertendo a cheia num vaso ou trocar com novos utilizadores.

4.3.8 Produção dos protótipos

A produção dos modelos foi feita com a colaboração da empresa Val do Sol. O modelo 3D e seus desenhos técnicos permitiram a discussão e validação do projeto com os colaboradores da empresa antes de passar à produção. Nesta fase, foram avaliadas as tolerâncias de desmoldagem das peças, a contração da pasta que seria utilizada (6%) e a tecnologia apropriada para este projeto, o que se refletiu na adaptação dos desenhos, tolerâncias de encaixe das peças e, finalmente, na calendarização, tendo em conta a agenda de produção da empresa. A decisão de produção das peças em moldes de gesso teve como principal fator questões económicas. No decorrer desta colaboração, houve a necessidade de fazer ajustes no projeto, para ir ao encontro da tecnologia determinada. Veja-se o caso da peça A: era desejável um espaçamento em relação à peça B entre 1 e 3 mm, no entanto, por via do enchimento, essas tolerâncias são muito difíceis de obter. Assim, foram alargadas para valores entre 3 e 5 mm contando também com empenos durante a secagem.

As peças em barro foram conformadas por enchimento (via líquida) em moldes de gesso. A espessura das paredes das peças foi projetada inicialmente com 5 mm, encontrando assim resistência, mas mais uma vez, devido à tecnologia empregue, este valor não poderia ser garantido. Assim, durante o processo



◀ Fig. 34
Modelo de gesso da
peça A com a primeira
peça do molde no topo

▶ Fig. 35
Molde de gesso peça A
aberto (1ª Versão).



▶ Fig. 36
Molde de gesso peça B
aberto (2ª Versão).



▶ Fig. 37
Molde de gesso peça C.





◀ Fig. 38
 Molde de gesso peça D.

de enchimento, o tempo de permanência da pasta líquida no molde foi ajustado, de forma a tentar que a espessura da parede se aproximasse do valor previsto.

Começou-se por produzir modelos em gesso de cada uma das peças (Fig. 34) com recurso a um torno mecânico e orientados pelos desenhos técnicos impressos. Nesta fase, a ajuda do modelador da empresa foi determinante, permitindo um acabamento dos modelos com paredes praticamente a 90°. Os modelos deram origem aos moldes de gesso de cada peça (Figs. 35, 36, 37 e 38).

O tempo da pasta líquida nos moldes foi ajustado diariamente, pois a velocidade com que secava variava consoante a temperatura (de verão), resultando em diferentes espessuras na ausência do referido ajuste. Recorrendo a mesas de enchimento aquecidas, o tempo médio da pasta no molde foi de uma hora. A pasta líquida, armazenada em tanques, limitou a possibilidade de aplicar as conclusões do estudo feito em laboratório²⁷. Ainda assim, produziram-se algumas peças com a adição de 20% de calcite à pasta de referência (da empresa), separando 25 l num recipiente. Após a sua saída do molde, as peças foram armazenadas num carro coberto com um saco e pessadas 24 horas, foram acabadas e esponjadas (Fig. 39).

Num primeiro ciclo de produção²⁸, verificou-se um acentuado empeno das paredes (Fig. 40), dificultando

²⁷ A mistura de aditivos no tanque não era possível, visto que o tanque abastecia toda a linha de produção por enchimento da empresa.

²⁸ A designação "ciclo de produção" refere-se ao intervalo entre a conformação das peças e a sua queima.

▶ Fig. 39
 Peça B antes (à esquerda) e depois (à direita) do acabamento



▶ Fig. 40
 Peças cozidas onde se verifica os empenos da peça B (primeiro ciclo de produção).



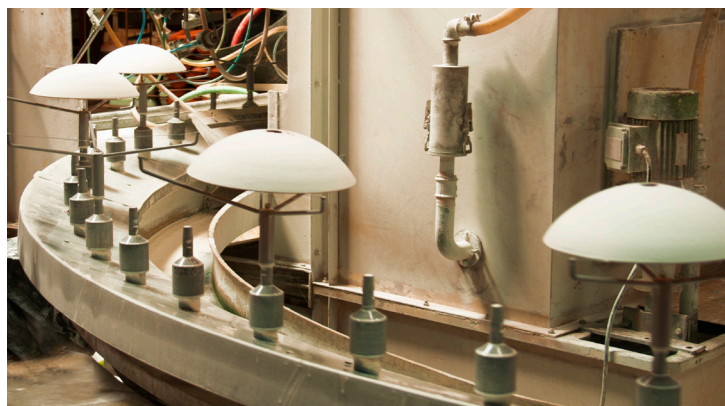
▶ Fig. 41
 Peças preparadas para cozer (segundo ciclo de produção).



ou mesmo impossibilitando o encaixe entre as peças. Para resolver este problema, foi produzida uma segunda versão de moldes, no caso das peças A e B (mais detalhado no Anexo 3), que facilitou a sua saída, diminuindo os defeitos provocados por esse processo e facilitando o encaixe. Também no mesmo sentido, as peças foram montadas ainda frescas²⁹, segundo a ordem do modelo 3D (mas invertido), e secas à temperatura e humidade ambiente³⁰. Após 48 horas, os conjuntos foram cozidos num forno industrial contínuo a 1005°C (mais detalhes no Anexo 3), na mesma posição em que estavam durante a secagem, juntamente com as demais peças produzidas na empresa (Fig. 41). Seguidamente, foi feito um controlo de qualidade rejeitando as peças rachadas, partidas ou visivelmente empenadas.



◀ Fig. 42
Vidragem da peça A.



▶ Fig. 43
Vidragem da peça C.

²⁹ A designação "frescas" refere-se à fase em que as peças são extraídas do molde de gesso.

³⁰ A produção de protótipos foi feita no período de verão.

Foi aplicado vidro translúcido em máquinas industriais nas peças A e C (Figs. 42 e 43), e o excesso foi removido à mão. As peças foram novamente cozidas num forno industrial contínuo a 1005°C e foi feito novo controlo de qualidade. Para a aplicação dos decalques, as peças foram pré-aquecidas a 65°C. No caso da peça A, foi aplicado diretamente no vidro (Fig. 44). No caso da peça B, a zona a aplicar os decalques que não estava vidrada foi previamente pincelada com uma cola adequada (Fig. 45), cuja composição não foi revelada pela empresa, antes da sua aplicação. As peças foram novamente ao forno com as mesmas condições de cozedura anteriormente mencionadas (1005°C). Após um controlo de qualidade mais fino³¹, as peças foram acondicionadas em caixas para transporte em grupos compostos por: 1 peça A, 2 peças B, 1 peça C e 1 peça D.

▶ Fig. 44
Aplicação de decalque na peça A



▶ Fig. 45
Aplicação de decalque na peça B, após esta ter sido pincelada com cola adequada.



³¹ Neste controlo, também foi tido em conta o estado do vidro depois de cozido.

As peças em que se usou pasta aditivada (com mais 20% de calcite), cujo processo foi em tudo idêntico às demais produzidas, apenas se obtiveram dois exemplares de cada (peças A e C). No caso da peça A, não foi considerada nenhuma para os testes seguintes, uma vez que esta não encaixava na peça B (Fig. 46). Isto aconteceu dado que o índice de contração era inferior ao da pasta originalmente fornecida. No caso da peça C, apesar de o encaixe não ser perfeito, foi possível usá-la para ensaios posteriores.

A título experimental, um dos conjuntos foi vidrado nas paredes exteriores (*Uroboro* especial) e posteriormente foi testado (Fig. 47) juntamente com os demais conjuntos já referidos (*Uroboro* normal).



◀ **Fig. 46**
Uroboro com a peça A produzida com pasta B aditivada com mais 20% calcite.



◀ **Fig. 47**
Uroboro especial (lado esquerdo) e *Uroboro* normal (à direita)

4.4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

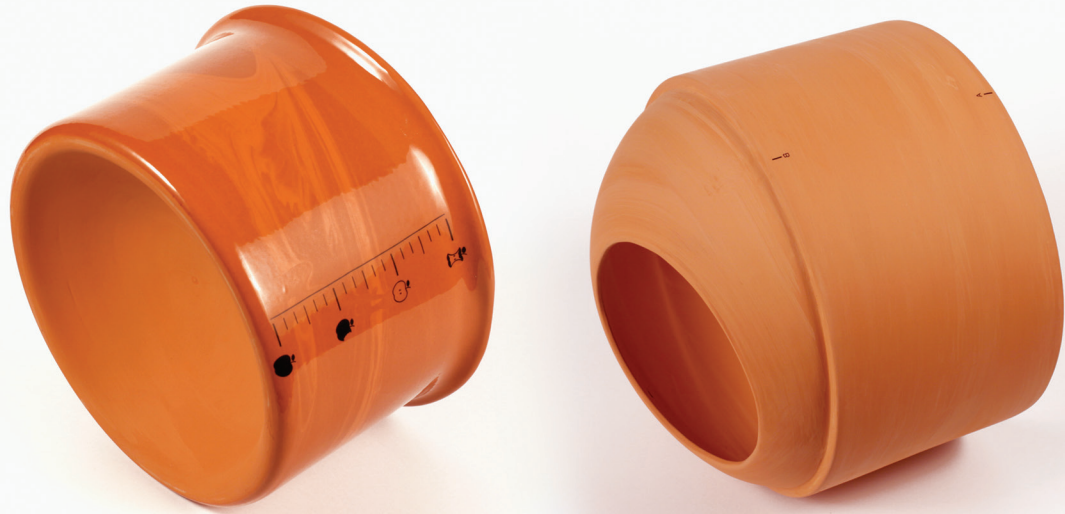


Fig. 49

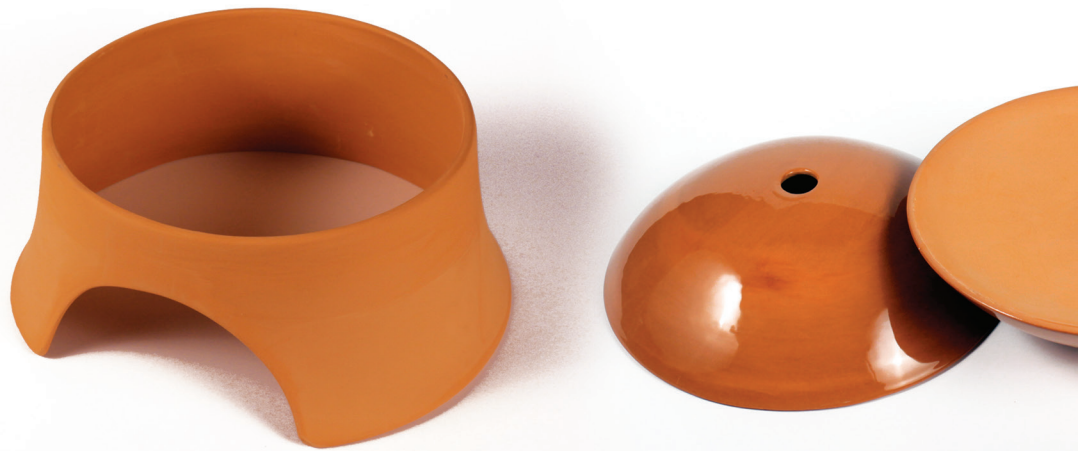


Fig. 48



Fig. 50



Fig. 51



Fig. 52



Fig. 53



Fig. 54



Fig. 55

4.5 ENSAIOS EM CONTEXTO REAL

Os ensaios dos protótipos em contexto doméstico contaram com a participação de famílias com diferentes hábitos alimentares (tradicional e vegetariano) e graus de conhecimento sobre a técnica de vermicompostagem. A seleção teve em conta a abertura destas ao tema e foi limitada ao número de sistemas completos que se conseguiu produzir. Todas as famílias tiveram direito a um *Uroboro*³². Em nenhum dos conjuntos entregues foram aplicados decalques na peça A e peça B, dado que os mesmos atrasariam em um mês estes ensaios, assumindo-se aqui a necessidade de avançar.

Com a entrega dos sistemas, foram fornecidas também algumas instruções de uso pessoalmente ou por via de um manual básico disponível no Anexo 4, que introduzia a forma como se pretendia iniciar o ensaio. Aconselhou-se a utilização de 200 a 400gr de minhocas e foi pedido a cada família que instalasse o sistema junto a entradas de luz e ar natural. Estas limitações tiveram como objetivo permitir a comparação dos diversos testes em condições idênticas. Foi igualmente entregue um formulário com algumas anotações de manutenção (Anexo 5). A escolha das plantas ficou ao critério de cada utilizador.

Os seis ensaios começaram com um desfasamento de duas semanas. Na sequência dos primeiros, verificou-se que a peça A, quando totalmente cheia de terra, tornava-se muito pesada, pondo em risco a mobilidade das minhocas, pelo que foi pedido às restantes famílias que enchessem o vaso apenas com $\frac{3}{4}$ do total da terra. Estes testes em contexto real tiveram a duração média de 60 dias (limitados à data da entrega do presente documento) e foram acompanhados através de visitas pessoais e/ou por telefone, de forma a perceber a sua evolução. Durante a fase de teste algumas famílias acabaram por deslocar o *Uroboro* para outras dependências da sua habitação (Figs. 56, 57 e 58) por questões de comodidade. No caso das

³² Cada *Uroboro* era constituído por uma peça A, duas peças B, uma peça C e uma peça D, foi produzido com barro originalmente fornecido pela empresa

► **Fig. 56**
Uroboro instalado na sala da família Clemátis.



► **Fig. 57**
O *Uroboro* foi deslocado da sala (fig. 55) para o escritório.



► **Fig. 58**
Uroboro instalado na sala da família Correia. Neste caso a família optou por deslocar o sistema para o lado oposto da sala.



famílias com crianças, constatou-se um especial interesse e curiosidade em participar no ensaio (Fig. 59 e 60), criando uma relação emocional e didática com o *Uroboro*.

Durante a fase de testes, houve recolha pontual de informação relativa à utilização do *Uroboro* que, conjugada com alguns formulários preenchidos e testemunhos das famílias participantes (Anexo 5), permitiu tirar conclusões refletidas no projeto.

As dependências da casa mais escolhidas para instalar o *Uroboro* foram a sala de estar e escritório. Houve no entanto um caso de uma família com moradia que optou por colocar o *Uroboro* na varanda



◀ **Fig. 59**
Participação de crianças no teste. Neste caso a família Pessanha migava os RBV para colocar no *Uroboro*.



◀ **Fig. 60**
Uroboro instalado na sala da família Pessanha.

▶ **Fig. 61**
Uroboro instalado na sala da família Balsinha.



▶ **Fig. 62**
Uroboro instalado na varanda da família Diogo.



33 A pasta alterada em questão é referente à adição de mais 20% de calcite.

(Fig. 62). Esta família com conhecimento e experiência do processo alegou rezear que o *Uroboro* gerasse mosquitos da fruta constituindo desta forma um entrave à sua utilização dentro de casa.

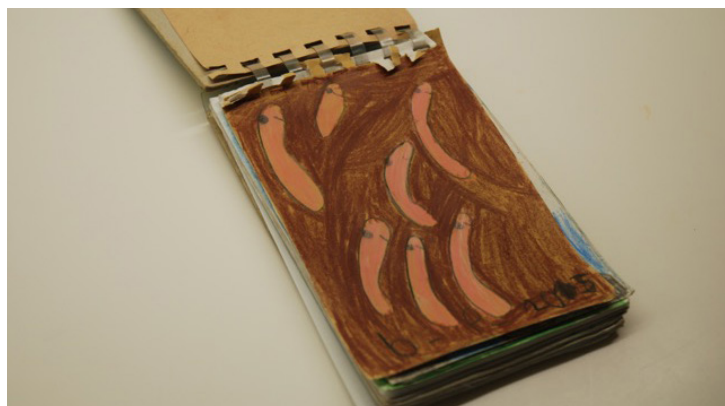
O intervalo de tempo para este teste permitiu ainda que algumas das famílias colocassem o segundo nível. Esta situação aconteceu dado que o volume de RBV produzido foi mais intenso ou porque a dieta era exclusivamente vegetariana.

Considerou-se também a oportunidade de testar em simultâneo, dois modelos diferentes: num, a peça C foi produzida com pasta alterada³³; noutra, utilizou-se o *Uroboro* especial com todas as peças vidradas.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os ensaios em contexto real, com a colaboração de pessoas exteriores ao projeto e realizados em diferentes ambientes domésticos, permitiram gerar informação útil e variada sobre o desempenho do *Uroboro*.

O equipamento espoleitou curiosidade por parte dos utilizadores que o experimentaram dentro das suas casas, bem como dos visitantes que pontualmente contactaram com o equipamento (Anexo 5). Esta curiosidade levou, na fase inicial, a que o vaso (peça A) fosse constantemente levantado para observar diretamente as minhocas. Constata-se assim uma abertura para entender o propósito das minhocas no sistema, bem como a sua relação com o quotidiano das famílias dentro de casa. A presença de crianças criou também condições para o debate do tema em casa, levando mesmo ao interesse diário por parte destas em participar na tarefa de cuidar do sistema. Esta situação é interpretada como relevante para o projeto, fazendo convergir a curiosidade com o conhecimento sobre a técnica de vermicompostagem e o seu propósito ecológico. Houve mesmo o caso de uma criança que incluiu a minhoca nos seus desenhos (Fig. 64), no seguimento dos trabalhos escolares em curso, revelando desta forma a potencialidade didática



◀ Fig. 63

Representação em desenho das minhocas por uma das crianças da família Pessanha durante os testes reais.

do *Uroboro*, para a transmissão de valores ecológicos e de sustentabilidade ambiental.

A aproximação diária a que os utilizadores se submeteram durante a utilização (abastecimento) levou também a que parte deles passasse a ver a minhoca como um elemento integrante e inofensivo para o ambiente doméstico. Exemplo disso foi o caso de alguns utilizadores que passaram a tolerar o contacto físico com as minhocas quando estas acidentalmente caíam no chão³⁴. Situações como esta confirmam a possibilidade de abertura e debate no seio das famílias, mesmo que inicialmente céticas ao contacto com estes seres vivos (considerados repugnantes).

O *Uroboro* não foi considerado invasivo para o quotidiano das famílias envolvidas, tornando-se inclusive tema de constante curiosidade até para os visitantes.

Não se registou a migração de minhocas para fora do sistema ou para o reservatório (peça C), pressupondo-se assim a estabilização do processo nos modelos testados. O crescente aumento de atividade microbiana ao longo da fase experimental criou também condições para o aumento da velocidade de processamento dos resíduos sentido pelos utilizadores. Segundo estes, a cadência de abastecimento de RBV variou entre os 0.8kg e 1kg por semana. Confirmou-se também a possibilidade de reposição da humidade em falta no

▶ Fig. 64

Situação em que minhocas podem ficar agarradas à base do vaso quando é levantado.



³⁴ Esta situação ocorria pontualmente quando as minhocas ficavam presas à base do vaso (Fig. 65) e quando este era levantado para abastecimento, acabando por cair no chão.

sistema regando as plantas no topo, ficando a cadência de rega dependente do tipo de planta escolhida³⁵. Foi registada pouca ou nenhuma acumulação de chá de húmus no reservatório, mesmo para o caso do modelo em que peça C tinha sido produzida com pasta aditivada (mais 20% de calcite), levando a concluir que existe um índice de evaporação elevado. Não se descora no entanto a possibilidade de utilização de pastas mais porosas acautelando situações em que a presença de humidade excessiva se faça sentir dentro do sistema ou situações de rega intensiva do vaso. Neste último caso a porosidade permite o escoamento da humidade para o sistema em baixo, situação que é desejada evitando peso excessivo pela acumulação de água.

As manchas de humidade nas paredes provenientes do interior reforçam a ideia de ecossistema vivo dentro de casa, conferindo ao projeto um carácter orgânico (Fig. 65). Segundo a observação de algumas famílias, estas manchas adicionam ao objeto características imprevisíveis, criando o desafio adicional de as tentar controlar. No entanto outras famílias acharam as manchas prejudiciais em termos decorativos, sugerindo a hipótese de as disfarçar ou mesmo tapar.

A inclusão de plantas no projeto propõe a instalação do *Uroboro* em zonas com acesso a luz natural e convida o utilizador a observar a evolução do processo pelos movimentos do vaso ao ritmo da degradação dos resíduos. A manutenção regular da planta relembra

Por exemplo, algumas famílias resolveram migrar os resíduos antes de os depositarem no sistema. A quantidade de minhocas também poderá ter influenciado este resultado bem como a frequência de rega das plantas.



◀ Fig. 65
Manchas de humidade no *Uroboro*.

35 A reposição do teor de humidade pode ser diferente consoante as características de cada planta (Lousã et al., 2015).

o utilizador da existência da vermicompostagem em casa e a escolha da planta poderá também influenciar diretamente a utilização do *Uroboro*. Deste modo, plantas aromáticas associam o projeto à cozinha, e plantas com maior necessidade de humidade aceleram o processo de vermicompostagem.

Os indicadores iconográficos no vaso não foram testados, mas a resposta afirmativa das famílias, quando confrontadas com esta opção, sugere que ajudariam na perceção da evolução no interior, permitindo ao utilizador aperceber-se dos movimentos finos mas constantes da peça A. Entende-se, no entanto, que a métrica dos decalques não é um indicador rigoroso da evolução do processo, servindo de guia percetual, identificando as posições inicial e final da peça.

O intervalo de tempo dos ensaios não permitiu a produção significativa de húmus que justificasse a sua recolha, pois o processamento inicial (a fase de adaptação e estabilização do sistema) é sempre mais lento. Confirmou-se igualmente que o tipo de resíduos e quantidade de minhocas no sistema de cada família poderá influenciar o seu desempenho. A quantidade de resíduos processados por cada família variou.

No caso do *Uroboro* especial (Fig. 66), houve a necessidade de o abastecer mais vezes. O interior deste sistema acumulou visivelmente mais humidade, comparativamente com o sistema normal testado em

▶ Fig. 66
Uroboro especial. Momento em que foi levantado o vaso.



simultâneo. Conclui-se assim que existe um ligeiro aumento de velocidade na compostagem se a peça B for vidrada na parede exterior. Presume-se que a maior acumulação de humidade tenha proporcionado um ambiente mais fértil, mas as paredes interiores, por não permitirem a passagem de oxigénio, provocaram uma concentração anormal de minhocas na zona que dá acesso ao exterior do sistema (entre as peças A e B) registando-se inclusive a presença de minhocas em redor do sistema. Ao ser retirada a peça A para abastecimento esta criava vácuo, obrigando a um considerável esforço, comparativamente com o *Uroboro* normal. Não se verificou acumulação de chá de húmus no reservatório. Este teste carece, no entanto, de um número mais alargado de amostras para ser mais conclusivo.

Segundo as opiniões recolhidas, verificou-se a necessidade de melhorar a experiência na fase de abastecimento do *Uroboro*, pois, se esta operação for realizada apenas por uma pessoa, existe a necessidade de pousar o vaso por vezes sujo no chão, pelo que o desenvolvimento de um suporte para o efeito poderá ser uma solução (Fig. 67). O preenchimento do vaso com terra até ao topo pode torná-lo pesado quando regado, dificultando o seu manuseamento e criando uma pressão excessiva que condiciona a circulação das minhocas. Assim, a solução poderá passar pela redução da altura da peça A.



◀Fig. 67

Situação em que o utilizador se serve de um objeto como suporte para o vaso enquanto o *Uroboro* é abastecido.

O acesso ao depósito de líquido recorrendo a um contentor extra é pouco favorável ao utilizador, devido à altura da peça D. Assim, existe a necessidade de aumentar a altura da peça para criar mais espaço ou equacionar um recipiente que facilite o escoamento do depósito.

Não foi possível evitar totalmente a presença de mosquitos. Deste modo, sugere-se uma menor exposição dos RBV ao ar antes da sua deposição no sistema, evitando a contaminação no interior, pois conclui-se que o sistema não tem capacidade para erradicar a totalidade dos mosquitos, existindo a necessidade de encontrar métodos de controlo mais eficientes – por exemplo, através da utilização de plantas inibidoras ou predadoras de mosquitos e/ou de abrir a janela para permitir que estes se escapem para a rua. No entanto, não se aconselha a erradicação dos mosquitos recorrendo a métodos químicos que possam interferir com o normal funcionamento da vermicompostagem.

Outras considerações

O teste realizado entre duas peças B (disponível no DVD anexo) confirma a possibilidade de separação quando totalmente preenchidas permitindo a troca de peças com o interior estabilizado e apto a continuar o processo de vermicompostagem noutras unidades *Uroboro*.

A produção em contexto industrial abriu a possibilidade de equacionar modelos de negócio considerando alguns condicionantes, nomeadamente ao nível do acomodamento das peças para transporte. A criação de um manual de instruções é também um fator incontornável na estratégia de comercialização. Na continuação destas averiguações, é desejável a distribuição em conjuntos com quatro peças iniciais (1X peça A, B, C e D), e o utilizador adquire posteriormente peças B adicionais para o seu sistema ou para troca com outros utilizadores. A produção mais eficiente (prensa rotativa de molde metálico) e a utilização de

pasta plástica (em vez da líquida) permitirão massificar o produto, disponibilizando-o em maior número no mercado. Esta questão é relevante, pois permite captar um maior número de utilizadores, criando assim maior expressão ecológica nas cidades.

Embora não incluído nos objetivos propostos para este desenvolvimento de projeto, sugerem-se outras vias de descarte possíveis para o húmus obtido da atividade de compostagem, como, por exemplo:

- 1.º: converter a peça B num vaso já com o composto fértil no interior permitindo a plantação direta;
- 2.º: descartar o composto (condicionador /fertilizante natural) ambientalmente inofensivo nos jardins urbanos;
- 3.º: vender o composto em cooperativas agrícolas locais.

Para finalizar, recorreu-se às ferramentas "SInnDesign"³⁶ para avaliar quantitativamente "critérios ambientais, sociais e económicos no processo de desenvolvimento do produto". É reconhecida uma falha na utilização desta ferramenta na fase mais precoce do projeto de investigação, podendo ajudar no processo de decisão em diversos campos. No entanto os resultados obtidos permitem, ainda assim, uma comparação entre o projeto Uroboro, e o Vertuo.

No seguimento dos 47 critérios preenchidos obteve-se um gráfico de análise (toda a documentação disponível digitalmente no DVD anexo), concluindo-se uma considerável melhoria na maioria dos princípios analisados, destacando-se o princípio 6: "Aumentar a durabilidade do produto". Este facto deve-se à menor utilização de componentes e ligação entre peças.

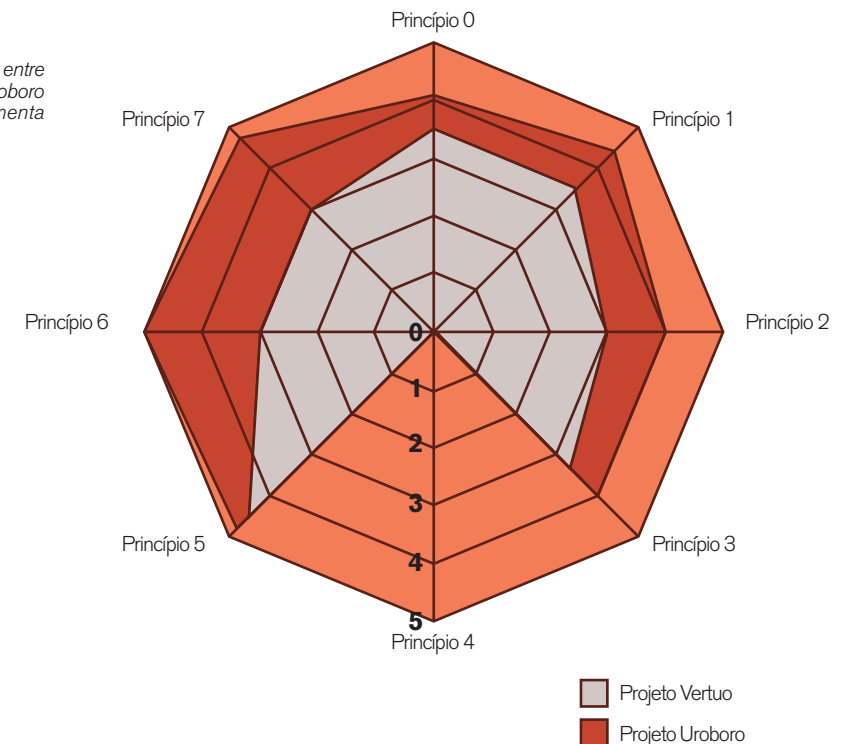
Destaca-se também o princípio 7: "Otimizar o sistema de fim de vida" pelo facto de utilizar menos vidro, relevante no que diz respeito à possibilidade de reciclagem. A utilização de polímeros de diferentes naturezas é também uma desvantagem para o Vertuo, necessitando de recorrer a diferentes indústrias transformadoras, transportes intermédios e a mais investimento, criando assim maiores

³⁶ Ferramentas distribuídas gratuitamente em: <http://sinndesignproject.eu>

dificuldades no ciclo de vida do produto.

O princípio 4 não se aplica para este caso de estudo, visto que ambos os projetos não se encontram desenvolvidos em termos de embalagem.

► **Fig. 68**
Gráfico comparativo entre o projeto Vertuo e Uroboro utilizando a ferramenta "SInnDesign".



- Princípio 0: Desenvolver novos conceitos
- Princípio 1: Melhorar o desempenho ambiental, social e económico de matérias-primas
- Princípio 2: Reduzir o uso de materiais
- Princípio 3: Melhorar o desempenho ambiental, social e económico da produção
- Princípio 4: Promover embalagens e logística com um bom desempenho ambiental
- Princípio 5: Melhorar o desempenho ambiental, social e económico na fase de utilização
- Princípio 6: Aumentar a durabilidade do produto
- Princípio 7: Otimizar o sistema de fim de vida

6. CONCLUSÕES

6.1 CONCLUSÕES FINAIS

Dos ensaios realizados, conclui-se que o *Uroboro* permite o processamento de resíduos biodegradáveis vegetais dentro de casa sem perturbar o normal quotidiano e sem pôr em causa a segurança e conforto das famílias que o experimentaram.

Segundo a análise dos dados recolhidos referentes à cadência de RBV depositados, estima-se que, o *Uroboro* permita uma valorização / processamento anual até 52kg por ano de resíduos por cada sistema utilizado. Tendo como referência a produção anual “per capita” de RU em Portugal continental referente ao ano de 2012 que foi de 454 kg (Dias, et al., 2013), a utilização deste equipamento poderá contribuir para uma redução de até 11,4% por cada utilizador.

A utilização do barro vermelho abre a possibilidade de um desenvolvimento socioeconómico e ambiental face ao panorama nacional atual, nomeadamente no que diz respeito à:

- sustentabilidade ambiental, pela sua elevada disponibilidade e baixa necessidade tecnológica e por ser um material inorgânico, possibilitando a integração dos resíduos (cacos) num novo ciclo de vida servindo como subproduto ou material adicional, promovendo uma economia circular;

- sustentabilidade económica, criando oportunidades de estímulo e revitalização da indústria cerâmica em Portugal face ao panorama nacional;

- sustentabilidade social - abrindo oportunidades do ponto de vista da criação de emprego.

Em termos de aplicabilidade, por ser poroso, o barro vermelho funciona como mediador de humidade, temperatura e filtro de odores contribuindo diretamente para uma elevada respiração do sistema, que se caracteriza como benéfica. As suas qualidades perçutuais reforçam o conceito telúrico do projeto, ligando-o às origens das minhocas. Esta ligação é também reforçada pela adição de plantas que

ciclicamente consomem o adubo produzido pelo sistema. As plantas, elemento decorativo vulgarmente encontrado dentro de casa, conjugadas com o desenho sóbrio do *Uroboro*, facilitam a sua integração no ambiente doméstico no que diz respeito à decoração e volume. Considerada importante no processo de vermicompostagem, a humidade é controlável regando as plantas no topo e perçutível pelas manchas criadas nas paredes. Mesmo em caso de excesso de humidade, o comportamento do barro permite a sua rápida evaporação sem afetar o normal funcionamento da vermicompostagem. No entanto o aumento da porosidade do barro adicionando 20% de calcite é desejável, permitindo que o escoamento da humidade proveniente da rega seja mais rápida bem como a sua infiltração para o depósito na base.

Adicionalmente, ao recorrer a minhocas, o *Uroboro* desperta nos utilizadores a curiosidade permanente, tanto das famílias residentes, como dos visitantes que contataram pontualmente com o equipamento.

O projeto *Uroboro*, que combina a técnica de vermicompostagem com a prática de floricultura em casa, serve igualmente de ferramenta de conhecimento comunitário e intergeracional, promovendo dinâmicas sociais ao seu redor. Estas dinâmicas estimulam a compreensão do propósito das minhocas no ecossistema natural, relacionando-as com a sua utilização no produto de forma didática. A expressão ecológica do *Uroboro* depende do número de utilizadores, e a troca de peças com interior estabilizado³⁷ pode favorecer essa expansão e disseminação.

Finalmente, acredita-se que a utilização do *Uroboro* responda, mesmo que modestamente, às diretivas europeias com efeito para 2020, nomeadamente no que diz respeito à redução / desvio de RUB em aterro, sugerindo a valorização dos resíduos gerados dentro de casa em zonas onde o problema de RUB é mais expressivo, ou seja, nas habitações urbanas.

³⁷ Denomina-se “estabilizado” ao momento em que as minhocas não saem do sistema e em que a vermicompostagem se encontra operacionalizada.

6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

As seguintes considerações constituem referências para o aperfeiçoamento da experiência e desempenho do *Uroboro*, identificando as necessidades prioritárias:

1.º: ajustar a altura do vaso (peça A) de forma a reduzir a capacidade de terra na cavidade superior e desta forma reduzir o peso exercido na pilha de composto.

2.º: criação de um manual de iniciação, que forneça informação sobre o propósito e funcionamento do *Uroboro* integrando-o no quotidiano urbano;

3.º: desenvolvimento de utensílios que auxiliem a experiência do *Uroboro*, nomeadamente:

-recipientes que façam a ponte entre a bancada da cozinha e o sistema, servindo como suporte para a fase de pré-degradação dos RBV;

- suporte que evite o contacto da peça A com o chão;

-suportes que facilitem a conversão da peça B num vaso, multiplicando as opções de resposta ao húmus produzido ao longo do tempo.

- acessórios relacionados com a atividade hortícola;

4.º: ampliação da capacidade de processamento do *Uroboro*, adaptando-o às necessidades de uma família com três elementos;

5.º: evitar a utilização de decalques nas peças, incorporando os indicadores percetuais no próprio molde (baixo relevo) e assim reduzir as operações de produção;

Por fim, deseja-se que o projeto sirva de ferramenta educativa em contexto de aula. Esta opção necessita de uma adaptação do produto, possibilitando a observação do interior e/ou criação de protótipos a uma escala mais reduzida (idêntica ao sistema E1), convidando os alunos a experimentarem e debaterem o *Uroboro*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIVROS

//Appelhof, M. (1997). Worms eat my garbage (2ª Edição). Michigan: Flower Press.

//Baptista, P., Campos, I., Pires, I., & Vaz, S. (2012). Do Campo ao Garfo: Desperdício Alimentar em Portugal. Lisboa: Cestras.

//Bonsiepe, G. (1992). Teoria e prática do Design Industrial. Elementos para um manual crítico. Lisboa: Centro Porrtuguês do Design.

//Bonsiepe, G. (2013). Design, cultura e sociedade. São Paulo: Blucher.

//Carapeto, C. (1994). Ecologia, princípios e conceitos. Lisboa: Universidade Aberta.

//CHARTER, M., & TISCHNER, U. (2001). Sustainable solutions - Developing Products and Services for the Future. Sheffield: Greenleaf Publishing.

//Chevalier, J., & Gheerbrant, A. (1982). Dicionário dos símbolos. Lisboa: Teorema, Lda.

//Cunha, A. (2013). O Futuro da alimentação: Ambiente, saúde e economia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

//Demangeot, J. (2000). Os meios naturais do globo. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

//Dias, A. M., Teixeira, A., Azevedo, F., Gonçalves, L., Guerra, M., Ribeiro, R., Alvarenga, A. (Outubro de 2013). REA 2013 - Relatório do Estado do Ambiente. Lisboa. Obtido em 9 de Julho de 2015

//Freitas, D. D. (2013). Implementação do sistema Pay-as-you-throw – Payt no centro histórico de Guimarães e zona envolvente, Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental. Porto.

//Goleman, D. (2009). Eco Inteligência . Rio de Mouro: Ciclo de Leitores.

//INE. (20 de Novembro de 2013). Famílias nos Censos 2011: Diversidade e Mudança. Lisboa: INE.

//Lardinois, I., & Klundert, A. (1993). Organic Waste: Options for Small-Scale Resource Recovery. The Netherlands: Amsterdam

and waste consultants, Gouda.

//Lefteri, C. (2003). Ceramics, Materials for inspirational design. Mies: Rotovision.

//Leonard, A. (2011). A história das coisas. Lisboa: Editorial Presença.

//Manzini, E. (1993). A matéria da invenção. Lisboa: Centro Português de Design.

//Manzini, E. (2008). Design para a inovação social e sustentabilidade - comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: e-papers.

//Manzini, E., & Vezzoli, C. (2005). O desenvolvimento de produtos sustentáveis. Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

//Mueller, C. (1966). Psicologia sensorial (1ª Edição em Espanhol). Mexico: Editorial Rabasa S.A.

//Papanek, V. (1995). Arquitectura e design. Ecologia e ética. Lisboa: Edições 70.

//Pikington, G. (2005). Composting with worms. Bristol: Eco-Logic Books.

//Rynk, R. (1992). Farm Composting Handbook. Ithaca: Natural Resource, Agriculture, and Engineering service (NRAES): Cooperative Extension.

//Saffer, D. (2010). Design for interaction: creating innovative applications and devices (2ª Edição ed.). Berkeley: New Riders.

//Schwarz, M., & Krabbendam, D. (2013). Sustainist design guide – How sharing, localism, connectedness and proportionality are crating a new agenda for social design. Amsterdam: Bis Publishers.

//Silva, M. (2015). No mágico universo da cerâmica : a matéria, o sonho e o imaginário na bi e na tridimensionalidade. Barcelos: Museu da Olaria.

//Thompson, R. (2013). The manufacturing guides - Sustainable materials, processes and production. New York: Thames & Hudson.

VÍDEOS

//TED Talks (Produtor), & TEDxUSC (Realizador). (2009). Life in Biosphere 2 [Filme]. Obtido de https://www.ted.com/talks/jane_poynter_life_in_biosphere_2#t-520013

ARTIGOS ELETRÓNICOS

//Agência Portuguesa do ambiente. (Setembro de 2014). PERSU 2020. Lisboa, Portugal. Obtido em 9 de julho de 2015, de http://apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2014/Portaria_PlanoEstrategico_PERSU2020_final.pdf

//APICER - Associação Portuguesa das Indústrias de Cerâmica e de Cristalaria. (Junho de 2015). Cerâmica de Mesa Portuguesa: o contributo deste sector para a Sustentabilidade. (A. -A. Cristalaria, Ed.) Obtido em 15 de Dezembro de 2015, de Apicer: http://www.apicer.pt/apicer/admin/EXPLORER/ficheiros/pdf/estudos/CERaMICA%20DE%20MESA%20PORTUGUESA_Contributo%20para%20a%20sustentabilidade.pdf

//Aquino, A., Oliveira, A., & Loureiro, D. (Junho de 2005). Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. EMBRAPA, Circular Técnica. n. 12. Obtido em 2 de Agosto de 2015, de <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/596884/1/cit012.pdf>

//Diário da República. (17 de Setembro de 2014). Suplemento: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa. Obtido em 9 de junho de 2015, de http://apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2014/Portaria_PlanoEstrategico_PERSU2020_final.pdf

//Hoornweg, D., Thomas, L., & Otten, L. (2000). Composting and Its Applicability in Developing Countries. 8. Washington, D.C.: The World Bank - Urban Development Division. Obtido em 9 de Julho de 2015, de http://www.worldbank.org/urban/solid_wm/erm/CWG%20folder/uwp8.pdf

//Lousã, M., Monteiro, A., Santo, D., Sousa, E., & Costa, J. (5 de Novembro de 2015). Módulo de notânica - Manual de Teóricas

e Práticas. Obtido de Mario Loureiro: http://www.marioloureiro.net/ciencia/biomass/MANUAL_BOTANICA_Fev2007.pdf

//Ribeiro, A., Castro, F., Macedo, M., & Carvalho, J. (12-14 de Setembro de 2011). Waste management in Portugal and Europe – An overview of the past, present and future. (1st International Conference). Obtido em 9 de Julho de 2015, de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/14995/1/WASTE%20MANAGEMENT%20IN%20PORTUGAL%20AND%20EUROPE%20%E2%80%93%20AN%20OVERVIEW%20OF%20THE%20PAST,%20PRESENT%20AND%20FUTURE.pdf>

//United Nations Documents. (16 de Setembro de 2015). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Obtido de UN Documents - Gathering a Body of Global Agreements: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

SITES

//Câmara Municipal de Oeiras. (10 de Outubro de 2015). CM Oeiras. Obtido de Oeiras marca o ritmo: <http://www.cm-oeiras.pt/amunicipal/Ambiente/SensAmb/Paginas/ProjectoFamiliaOeirasEcologica.aspx>

//Damerell, P., Howe, C., & Milner-Gulland, E. (12 de Fevereiro de 2013). Child-orientated environmental education influences adult knowledge and household behaviour. (I. PUBLISHING, Editor) Obtido de IOP Science: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/1/015016/meta;jsessionid=94E28B73103BA74483F352E866EE6294.c1>

//Lobo, A. (16 de Maio de 2014). Trastorno por Déficit de Naturaleza: El nuevo mal del siglo XXI. Obtido em 16 de Agosto de 2015, de qué!: <http://www.que.es/ultimas-noticias/sociedad/201405160800-trastorno-deficit-naturaleza-nuevo-siglo.html>

//Refood. (20 de Outubro de 2015). Missão | Visão | Valores | Comunidade | Parceiros. Obtido de Refood: <http://www.re-food.org/blog/missaovisaovalorescomunidadeparceiros>

//Silva, F., Mateus, I., Marçal, A., Ricardo, S., & Pires, S. (2014). Resíduos Urbanos: Relatório Anual 2013. Amadora: Agência

Portuguêsa do Ambiente. Obtido em 30 de Julho de 2015, de www.apambiente.pt/_cms/view/page_doc.php?id=1166

//SInnDesign. (20 de Dezembro de 2015). Ferramentas SInnDesign. Obtido de SInnDesign: <http://sinndesignproject.eu/sinndesign-tools-3>

//Studio Liberty. (1 de Setembro de 2015). Studio Liberty. Obtido de Studio Liberty: <http://www.studioliberty.com>

//WCED. (Junho de 1987). un-documents. Obtido em 9 de Setembro de 2015, de UN Documents: Gathering a Body of Global Agreements: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>

//Wikipedia. (20 de Outubro de 2015). Impressão 3D. Obtido de Wikipedia: https://pt.wikipedia.org/wiki/Impress%C3%A3o_3D

//Wikipedia. (17 de Setembro de 2015). Permaculture. Obtido de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Permaculture>

8. ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Destino dos RU em 2012 e Destino dos RUB 2012 produzidos em Portugal continental referente a 1995 (Dias, et al., 2013).

Fig. 2: Compostor Milko distribuído pela empresa LIPOR
http://www.metronews.com.pt/wp-content/uploads/2012/06/CompostagemDomestica_net.jpg, acedido a 23 de Outubro 2015

Fig. 3: Representação genérica do processo de vermicompostagem, Marco Balsinha

Fig. 4: Vermicompostores domésticos Worm Café®
<http://www.tumbleweed.com.au/WormFarming/WormCafe.aspx>, acedido a 10 de Setembro 2015

Fig. 5: Diagrama de operações do centro ReFood Alvalade
<https://novobancocrowdfunding.ppl.pt/pt/prj/re-food-alvalade>, acedido a 20 de Outubro 2015

Fig. 6: Honeycomb Vase (2005), Estudios Libertiny
<http://www.studiolibertiny.com/work/#/the-honeycomb-vase-yellow/>, acedido a 20 de Outubro 2015

Fig. 7: Bee's (2007 - 2009), Susana Soares
<http://www.susanasoares.com/index.php?id=52>, acedido a 05 de Setembro 2015

Fig. 8: Local River (2008), Mathieu Lehanneur
http://www.mathieulehanneur.fr/projet_gb.php?projet=127&PHP-SESSIONID=ae2202e49487f0665ff3e147893feb, acedido a 01 de Setembro 2015

Fig. 9: Insect Breeding (2013), Katharina Unger
<http://www.kunger.at/161542/1591397/concepts/farm-432-insect-breeding>, acedido a 01 de Setembro 2015

Fig. 10: Biosphere 2 (2011), U.A. Science
<http://b2science.org/visitor/campus/guidetour>, acedido a 20 de Setembro 2015

Fig. 11: R-Urban (2012), Atelier d'Architecture Autogérée
<http://spaziresiduali.blogspot.pt/2013/08/atelier-architecture-autogeree-urban.html>, acedido a 20 de Agosto 2015

Fig. 12 - Vermicomposter Vertuo, (2010), Patrice Mouillé & Alain Tessier
<http://www.yankodesign.com/2010/11/09/composting-in-mut-ed-tones/>, acedido a 20 de Agosto 2015

Fig. 13: Representação mitológica e simbólica de Uroboro
Chevalier, J., & Gheerbrant, A. (1982). dicionário dos símbolos. Lisboa: Teorema, Lda.

Fig. 28: Esboços iniciais.

Fig. 29: Esboços finais antes de passar à projeção 3D.

Fig. 30: Maquete 3D.

Fig. 31: Esquema em corte frontal do Uroboro e ilustração de cada peça.

Fig. 32: Ilustração de perspetiva explodida do Uroboro.

Fig. 33: Esquema de circulação de humidade no interior do Uroboro..

Fig. 54: Interação de crianças com o Uroboro, Luís Pessanha

Fig. 59: Participação de crianças no teste, Luís Pessanha

Fig. 60: Uroboro instalado na sala, Luís Pessanha

Fig. 63: Representação em desenho das minhocas, Laura Pessanha

Fig. 67: Situação em que o utilizador se serve de um objeto como suporte para o vaso enquanto o Uroboro é abastecido, Inês Clematis

Fig. 68: Gráfico comparativo entre o projeto Vertuo e Uroboro utilizando a ferramenta "SlnnDesign".

*Restantes figuras são da autoria de Marco Balsinha.

9. ABREVIATURAS E GLOSSÁRIO

CENCAL – *Centro de Formação Profissional para a Indústria Cerâmica*

HDPE – Polietileno de alta densidade

PERSU – Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos

PET – Politereftalato de etileno ou polietileno

PP – Polipropileno

PVC – Policloreto de vinila

RBV – Resíduos Biodegradáveis Vegetais: resíduos domésticos provenientes de vegetais, frutas e legumes processados ou não, e sem contacto com gordura animal.

RF – Resistência à flexão ou Resistência mecânica: Esforço físico que é exercido perpendicularmente ao eixo de um espécime até este se partir. Este esforço é traduzida por um valor (por exemplo esforço por cm³).

RU – Resíduos urbanos: resíduos provenientes de habitações bem como outros resíduos que, pela sua natureza ou composição, sejam semelhantes aos resíduos provenientes de habitações. (Fonte: Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho)

RUB – Resíduos urbanos biodegradáveis: resíduos que podem ser sujeitos à decomposição anaeróbia ou aeróbia, como os resíduos alimentares e de jardim, o papel e o cartão. (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., 2013)

WCED – World Commission on Environment and Development

