

Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Rita Vagos Gomes Portovedo Lousa

***Design for Repair: proposta de definição e contributo para o
desenvolvimento de produto em Design***

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Design

Orientação: Professor Rui Alves

Vila do Conde, janeiro de 2019

Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Rita Vagos Gomes Portovedo Lousa

***Design for Repair: proposta de definição e contributo para o
desenvolvimento de produto em Design***

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Design

Orientação: Professor Rui Alves

Membros do Júri

Presidente

Professor Vítor Manuel Quelhas Alves de Freitas

Escola Superior de Media Artes e Design

Professora Doutora Cristina Ferreira Fonseca Lousada Soares

Escola Superior de Media Artes e Design

Professor Rui Miguel Pereira Alves

Escola Superior de Media Artes e Design

Vila do Conde, janeiro de 2019

AGRADECIMENTOS

Após um percurso turbulento, mas gratificante, na elaboração da presente dissertação de mestrado, gostaria de agradecer a quem diretamente me apoiou durante este período.

Em primeiro lugar, um especial agradecimento ao meu professor orientador Rui Alves, pela disponibilidade, energia e resiliência no apoio à elaboração deste trabalho.

À minha família pelo apoio incondicional, em especial ao meu pai António Lousa e aos meus avós. Ao João Neto pela mentoria e suporte. Aos colegas, ao Diogo Couto, e aos professores Steven Sarson e Rui Coutinho. Igualmente, um agradecimento aos professores Rita Coelho, Pedro Serapicos e Vítor Quelhas.

Ao meu *manager* Miguel Silva, pelas horas disponibilizadas, e a todos os colegas na Worten que contribuíram direta ou indiretamente para o conteúdo desta tese, nomeadamente, Jorge Pereira, Miguel Lourenço, Simão Silva, Rui Fortunato, e Miguel Perdigoto.

Aos entrevistados e professores que me ajudaram externamente: Miquel Ballester e Sylvain Mignot da Fairphone, Derrick Mead, Marcel den Hollander, Daniel Caramelo, e à organização do Repair Café Porto.

RESUMO ANALÍTICO

A presente dissertação pretende contribuir para a construção de uma definição do conceito *Design for Repair* e sua aplicabilidade no processo de design, com base em pesquisa teórica e entrevistas.

Num período de crescente preocupação com a utilização sustentável de recursos, conceitos como a economia circular começam a ser aliados à prática de design e desenvolvimento de produto. O propósito é o de não criar desperdício, prolongar a vida dos objetos e a utilização dos materiais que os constituem.

Neste enquadramento, surge o *Design for Repair* – um conceito que remete para desenvolvimento de produtos reparáveis. Assumindo a reparação como fulcral para estender o ciclo de vida de qualquer objeto, o *Design for Repair* pode ser entendido como parte constituinte do design circular.

Mas o que é ao certo o *Design for Repair*? E de que forma pode contribuir para o processo de design?

Com este mote, é introduzida uma pesquisa de carácter teórico, cuja síntese ajuda a compreender a aceção de reparação, assim como os princípios de design e as condicionantes inerentes à prática do *Design for Repair*. Caracterizado o conceito, dois casos de estudo são apresentados – o smartphone Fairphone 2 e o aspirador Dyson V6, – como forma de enquadrar produtos *designed for repair*. Por fim, a última parte deste trabalho, inclui três exemplos de casos reais de desenvolvimento de produto, que servem de base à discussão sobre o interesse do *Design for Repair* no processo de design.

Palavras-chave: Design for Repair; Design para a longevidade; Design Circular; Obsolescência; Longevidade; Reparação

ABSTRACT

The present dissertation aims at defining the concept of *Design for Repair* and its applicability to Product Design, based on research and interviews.

As concerns with resources and sustainability are growing, circular economy and other similar concepts start to connect with design practices and product development. The purpose is to not create waste, extend product's life and its materials.

Design for Repair appears in this context as a concept that aims at the development of repairable products. Being repair a key activity on longer life cycles, Design for Repair must be considered as a part of Circular Design.

But what is exactly Design for Repair? And how can it contribute for the design process?

On the look for the answers, a theoretical research was conducted, on which it was possible to assess the definition of repair, as well as design principles and constraints inherent to Design for Repair practices. To comprehend products designed for repair, two case studies are presented - the Fairphone 2 smartphone and the Dyson V6 vacuum cleaner. Lastly, this thesis presents three real product development cases, that serve as a basis to discuss the importance of Design for Repair on the design process.

Keywords: Design for Repair; Design for longevity; Circular Design; Obsolescence; Longevity; Repair

SUMÁRIO

RESUMO ANALÍTICO	4
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE QUADROS.....	8
GLOSSÁRIO.....	9
Definição do Tema	10
Motivação e Pertinência do Tema	11
Objetivos da Investigação	12
Estrutura da Investigação	13
Metodologia utilizada.....	14
PARTE I <i>DESIGN FOR REPAIR</i> : CONTEXTO E PROPOSTA DE DEFINIÇÃO	16
1. BREVE ENQUADRAMENTO HISTÓRICO E CONCEPTUAL.....	17
1.1. Introdução à Revolução Industrial dos séculos XIX e XX.....	17
1.2. Obsolescência Programada.....	17
1.3. Primeiros movimentos sustentáveis no design.....	21
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	25
2.1. Conceito de Design for Repair.....	25
2.1.1. Revisão da literatura.....	25
2.1.2. <i>Design for Repair</i> conforme a obra de Derrick Mead.....	27
2.1.3. <i>Design for Repair</i> conforme o Centre for Remanufacturing and Reuse.....	31
2.1.4. <i>Design for Repair</i> conforme Carlo Vezzoli.....	33
2.1.5. <i>Design for Repair</i> conforme Marcel den Hollander	37
2.2. Comparação entre os vários autores.....	42
2.2.1. Reparação versus Manutenção.....	42
2.2.2. Princípios de Design aplicados ao DfR.....	46
2.2.3. Condicionantes que afetam o DfR	50
3. PROPOSTA DE DEFINIÇÃO.....	54
3.1. O que é o DfR?	54
3.2. Quais os princípios que devem ser aplicados pelo designer?.....	55
3.3. Em que ambiente é que se insere o DfR?.....	55

PARTE II PRODUTOS <i>DESIGNED FOR REPAIR</i>: CASOS DE ESTUDO E CATEGORIZAÇÃO	56
1. PROPOSTA DE CATEGORIZAÇÃO DE PRODUTOS “DESIGNED FOR REPAIR”	57
1.1. Análise de modelos de categorização existentes no âmbito do DfR	57
2. CASOS DE ESTUDO E RESPECTIVA CLASSIFICAÇÃO.....	65
2.1. Caso de estudo: smartphone Fairphone 2	65
2.1.1 Design Modular.....	67
2.1.2. Fácil desmontagem.....	71
2.1.3. Acessibilidade a manuais e peças.....	73
2.1.4. O produto “designed for repair”	74
2.2. Caso de estudo: aspirador Dyson V6	77
2.2.1. Design Modular.....	78
2.2.2. Fácil desmontagem.....	79
2.2.3. Acessibilidade a manuais e peças	81
2.2.4. O produto designed for repair.....	82
PARTE III QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO	84
1. CASOS REAIS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	85
1.1. Miguel Perdigoto o desenvolvimento de produtos de marca própria na Worten	85
1.2. Daniel Caramelo o desenvolvimento de eletrônica de consumo	87
1.3. Miquel Ballester o desenvolvimento do Fairphone 2	90
2. APLICABILIDADE DO DESIGN FOR REPAIR AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	93
 CONCLUSÃO O FUTURO DO <i>DESIGN FOR REPAIR</i>	 95
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 97
 ANEXO 1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO INDICADOR DE REPARABILIDADE PROPOSTO POR FLIPSEN, BAKKER E VANBOHEMEN (2016)	 104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama demonstrativo do Sistema de Economia Circular.....	23
Figura 2 - Escova de dentes Silver Care com escovas substituíveis.....	34
Figura 3 - Cadeira Mirra e os seus componentes.....	35
Figura 4 - Esquema representativo das características internas e externas ao produto que afetam a sua reparabilidade.....	47
Figura 5 - Esquema representativo da importância do "repair-thinking" no DfR	48
Figura 6 - Condicionantes que afetam o DfR	52
Figura 7 - Modelo 3D da tipologia de Design for Preserving Product Integrity	61
Figura 8 - Imagem institucional do Fairphone 2.....	65
Figura 9 - Os quatro objetivos da empresa Fairphone na conceção do Fairphone 2	66
Figura 10 - Retirar capa do Fairphone 2 e interior do mesmo	68
Figura 11 - Clipagem do ecrã e desprendimento do mesmo.....	69
Figura 12 - Módulo de Topo completo e separado por componentes.....	72
Figura 13 - Componentes e Módulos do Aspirador Vertical Dyson V6.....	78
Figura 14 - Primeiros dois passos na reparação da cápsula na boca do aspirador Dyson V6.....	80
Figura 15 - Marketplace de peças de substituição para reparação do aspirador Dyson V6.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Design Techniques para o tratamento de EoL como Reparação.....	33
Quadro 2 - As direções e abordagens de design apresentadas para a tipologia Design for Preserving Product Integrity.....	37
Quadro 3 - Princípios de Design, aplicados aos DfR, segundo den Hollander.....	41
Quadro 4 - Reparação vs Manutenção nos vetores Periodicidade e Ciclo de Vida.....	43
Quadro 5 - Comparação da análise dos quatro documentos de base para a definição do DfR....	44
Quadro 6 - Reparador e especificação técnica do procedimento.....	45
Quadro 7 - Análise dos princípios de design nas componentes internas e externas relativas ao produto	49
Quadro 8 - conceitos-chave da aplicação dos princípios de design.....	55
Quadro 9 - Correlação entre os 20 critérios de reparabilidade e as 6 tipologias de princípios de DfR	63

GLOSSÁRIO

Conceito	Definição
<i>Design Tipology</i>	Referido na obra de den Hollander (2018); Tipologia de design abrangente e que define um resultado lato e e abstrato (ex: design for preserving product integrity)
<i>Design Directions</i>	Referido na obra de den Hollander (2018); Direção que uma determinada tipologia pode tomar (ex: design to postpone obsolescence)
<i>Design Approaches</i>	Referido na obra de den Hollander (2018); Abordagens dentro da disciplina de design para uma determinada tipologia ou direção de design (ex: Design for Repair)
<i>Design Principles</i>	Referido na obra de den Hollander (2018); Princípios ou intervenções tomadas pelos designers quando executam uma design approach.
<i>Design Techniques</i>	= Design Principles Referido na obra do CRR (2009).
<i>(Design) Guidelines</i>	Referido na obra de Vezzoli (2018); Ações para atingir um determinado objetivo no projecto de design (neste caso dentro do Design for Repair)
<i>EoL</i>	End of Life ; final de vida de um produto
<i>CoL</i>	Cycle of Life, durante o ciclo de vida de um produto
<i>DfR</i>	Design for Repair
<i>DfX</i>	Design for X
<i>Economia Circular</i>	Sistema económico em que são evitados os desperdícios e se reaproveitam os recursos (Ellen MacArthur Foundation, 2017). [explicação mais extensa no subcapítulo 1.3 da Parte I]
<i>Design Circular</i>	Design para a Economia Circular; Design que potencia o sistema de ciclos fechados sem desperdício (The Circular Design Guide, 2018)
<i>Green Design</i>	Filosofia de Design de Produto que entende os atributos ambientais como oportunidades e não como condicionantes (Business Dictionary , 2018).
<i>CRR</i>	Centre for Remanufacturing and Reuse.
<i>RSA</i>	Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce do Reino Unido

INTRODUÇÃO

Definição do Tema

No âmbito do desenvolvimento sustentável de produtos, a reparação assegura a reutilização do objeto mesmo quando avariado ou estragado, aumentando assim o seu ciclo de vida. É considerado na Economia Circular¹ que a reparação é o primeiro estágio cíclico que estende a durabilidade do produto e não contribui para perdas de material.

Contudo, esta ação – reparar – não é sempre a mais intuitiva quando um equipamento deixa de executar a sua função – por avaria, desgaste ou dano. Devido a políticas consumistas em voga desde o início do século XX, o habitante dos países desenvolvidos tendencialmente prefere comprar produtos novos a consertar os antigos.

Como irá ser abordado mais à frente, alguns teóricos apontam a causa como sendo a obsolescência programada – o ato de dotar o produto de uma qualidade, seja ela tecnológica, qualitativa, ou estética que torne o mesmo obsoleto ao final de um período de tempo determinado.

No entanto, desde os anos sessenta do século passado que começou uma crescente consciencialização social e da comunidade de Design no sentido de procurar conceber produtos e serviços mais sustentáveis. Não apenas com preocupações ambientais, mas também com preocupações sociais.

Vários têm sido as doutrinas defendidas nos últimos quase pela via do *Eco-design*, do *Cradle-to-Cradle*² ou da mais recente Economia Circular. Todas elas procuram uma atividade de design mais consciente, ética e ponderada. Acima de tudo alinhada com as necessidades dos utilizadores e a envolvente, respeitando os recursos e fluxos energéticos.

¹ Economia circular – definição sucinta no glossário ou mais extensa no capítulo 1.3. da Parte 1

² Eco-design, Cradle-to-Cradle – definição sucinta no capítulo 1.3. da Parte 1

Fuad-Luke sua obra “The Ecodesign Handbook” (2009) refere que desde os anos noventa tem aparecido uma nova terminologia para descrever tipos particulares de “green design”³, no formato DfX – *Design for X*. Surgiram novos conceitos como por exemplo *Design for Sustainability*, *Design for Maintenance*, *Design for Recycling*, e mais recentemente, começou a surgir, ainda com pouca expressão o conceito *Design for Repair*.

O mesmo determina que os produtos sejam desenvolvidos com atenção a serem facilmente reparáveis em final de vida, por forma a aumentar a sua durabilidade. A presente dissertação foca-se em examinar com maior detalhe o *Design for Repair*.

Motivação e Pertinência do Tema

No ano letivo de 2015/2016, a autora desta dissertação desenvolveu um projeto, no âmbito da Pós-Graduação em Inovação de Produto e Serviço ME310 Porto, para a Worten⁴ que pretendia simplificar e melhorar a experiência do Cliente após a compra de equipamentos (pós-venda).

Com este projeto, foi possível compreender a atual complexidade de reparar um qualquer equipamento elétrico ou eletrónico. Tendo a autora começado a trabalhar em 2016 na área de Serviços e Pós-venda na Worten, é muitas vezes confrontada com múltiplos produtos cada vez menos reparáveis. Sendo designer de formação⁵, sentiu a necessidade de explorar o problema – dificuldade crescente na reparação de equipamentos – do ponto de vista de desenvolvimento de produto.

Assim, a escolha recaiu na abordagem ao conceito *Design for Repair*, sobre o qual não encontrou teses académicas. Face ao facto de ser também pouco referenciado, na

³ Green Design – definição sucinta no glossário

⁴ Worten – empresa de retalho especializado em Eletrónica e Eletrodomésticos, líder de mercado em Portugal e com dispersão em Espanha. A Worten pertence ao grupo SONAE, e persegue um caminho de especialização na prestação de serviços técnicos, como por exemplo, reparações, através da marca Worten Resolve/Worten Soluciona

⁵ Licenciatura em Design de Equipamento, Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa, 2012-2015

terminologia *Design for Repair*, tanto em obras literárias, como em artigos científicos, tornou-se bastante pertinente desenvolver uma pesquisa sobre o tema.

Com esta dissertação, a autora pretende construir uma base a partir da qual se possa categorizar produtos *designed for repair* e compreender as vantagens de um pensamento proativo em detrimento de um pensamento reativo na reparação. Sendo a dissertação, um estudo exploratório primário sobre o conceito, pretende-se que possa vir a ser alvo de estudo futuro mais profundo por parte da comunidade científica/académica.

Objetivos da Investigação

Esta investigação centra-se na aplicabilidade do *Design for Repair* no desenvolvimento de produtos, introduzindo o leitor ao conceito, às suas variáveis, e a exemplos demonstrativos do mesmo.

A questão de investigação é: Poderá o *Design for Repair* ser uma nova ferramenta no Desenvolvimento de Produto?

A fim de conseguir responder à mesma, torna-se imperativo propor uma definição para o conceito *Design for Repair*. É de notar que durante a investigação e pesquisa desenvolvida foram encontradas poucas referencias bibliográficas de origem académica sobre o mesmo. Assim, a autora procura sugerir uma aceção com base nas várias fontes disponíveis.

Contudo, a definição proposta não é aplicável por si só, devido à abrangência de produtos que podem ser desenvolvidos com atenção à reparabilidade. E, por tal, a investigadora expõe dois casos de estudo e procura compreender a aplicabilidade do conceito ao desenvolvimento de produto.

Estrutura da Investigação

Esta dissertação divide-se em três blocos que procuram construir um caminho lógico, começando pela definição do conceito *Design for Repair*, identificando casos de estudo em que o mesmo conceito seja utilizado e terminando com a abordagem final à pergunta de investigação colocada.

No primeiro tema de Desenvolvimento, intitulado de *Design for Repair: contexto e proposta de definição*, procura-se contextualizar historicamente o tema (capítulo 1. Breve Enquadramento Histórico e Conceptual), começando por inferir o momento histórico pós-revolução industrial em que se começou a desenvolver produtos com a estratégia de substituição. Ou seja, produtos menos duráveis e que impulsionassem o consumismo. Este período acabou por culminar no aparecimento do Eco Design e medidas sustentáveis de desenvolvimento de produto. Ambos percussores do conceito *Design for Repair*. Alguns dos autores referenciados são Vitor Papanek e Giles Slade.

Posteriormente, é enquadrado teoricamente o conceito (capítulo 2. Enquadramento Teórico), apresentando referência a quatro documentos-chave, “Design for Repair: Things can be fixed” de Derrick Mead; “Thought Leadership: A description of the design for end-of-life process” do *Centre for Remanufacturing and Reuse* (CRR); “Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products” de Carlo Vezzoli; e “Design for Managing Obsolescence: A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy” de Marcel den Hollander.

Na segunda parte – *Produtos designed for repair: casos de estudo e sua classificação* –, é proposta uma estrutura de categorização de produtos *designed for repair* conforme a sua reparabilidade (capítulo 1. Proposta de categorização de produtos *designed for repair*). Conforme a classificação sugerida, são apresentados dois casos de estudo – o Fairphone 2 e o aspirador Dyson V6 (capítulo 2. Casos de estudo e respetiva classificação).

Com o intuito de procurar responder à questão de investigação - *Poderá o Design for Repair ser uma nova ferramenta no Desenvolvimento de Produto?* -, é compreendido na terceira parte uma exposição de diferentes casos reais, recolhidos através de entrevistas (capítulo 1. Casos reais de desenvolvimento de produto).

Como conclusão da investigação, a investigadora reflete sobre a aplicabilidade do conceito *Design for Repair* ao desenvolvimento de produtos e à própria metodologia projetual (capítulo 2. Aplicabilidade do *Design for Repair* ao Desenvolvimento de Produto).

Metodologia utilizada

No âmbito desta dissertação, foi utilizada uma metodologia de primeiro nível, já que o tema apresenta pouca literatura disponível. Nesse sentido, procura-se desenvolver um primeiro estudo exploratório do conceito *Design for Repair*. A investigação é de cariz não intervencionista e utiliza métodos qualitativos.

A abordagem ao tema é generalista e baseada maioritariamente em pesquisa de autores de referência. De entre estes, foram considerados artigos científicos e obras literárias de Derrick Mead, Marcel den Hollander, Vitor Papanek, Braungart e McDonogh, Douglas Harper, Giles Slade, Alaistar Fuad-Luke, Wolfgang Wimmer, Van Nes e Bakker, e Miquel Ballester.

Contudo, como se trata de um tema cuja discussão é recente, foram incluídas também fontes de informação menos convencionais, como conteúdo disponibilizado em publicações periódicas não científicas, documentários, vídeos e *webpages*.

Outro método utilizado durante o desenvolvimento da investigação foram as entrevistas a especialistas – nomeadamente o autor Derrick Mead, Sylvain Mignot e Miquel Ballester - elementos da empresa Fairphone⁶, - Ana Coelho da Repair Café Porto,

⁶ A Fairphone é uma empresa de cariz social, que desenvolve telemóveis com especial atenção à sustentabilidade. O modelo Fairphone 2, comercializado desde 2015, é um exemplo de um produto “designed for repair”.

Rui Fortunato, Simão Silva, Jorge Pereira, Miguel Perdigoto e Miguel Lourenço da Worten, e Daniel Caramelo, designer industrial.

No que concerne às entrevistas as mesmas foram conduzidas de forma semiestruturada, com entre três a cinco perguntas diretas formuladas previamente. A escolha por entrevistas mais livres centrou-se no facto de o objetivo da investigadora ser o de explorar o conhecimento do conceito *Design for Repair* e da possível existência de preocupações com a reparação no trabalho corrente dos entrevistados.

Das dez entrevistas realizadas durante o processo de pesquisa, três revelaram-se de maior importância pois retratam especialistas diretamente envolvidos no processo de desenvolvimento de produto. As entrevistas do Daniel Caramelo e Miguel Perdigoto realizaram-se presencialmente no espaço de trabalho dos entrevistados. Enquanto que a entrevista ao Miguel Ballester ocorreu por videochamada. Ambas foram gravadas.

É importante referir que a entrevista realizada ao Rui Fortunato, pela sua experiência no campo das reparações técnicas serve de base a alguma da informação presente na dissertação.

Finalmente, o último método utilizado foram os casos-de-estudo. Os dois casos apresentados foram escolhidos com base na sua relevância enquanto produtos *designed for repair*, através de pesquisa no site iFixit (2017a).

PARTE I *DESIGN FOR REPAIR*: CONTEXTO E
PROPOSTA DE DEFINIÇÃO

1. BREVE ENQUADRAMENTO HISTÓRICO E CONCEPTUAL

1.1. Introdução à Revolução Industrial dos séculos XIX e XX

“As mudanças radicais da indústria durante o séc. XX iriam significar uma disrupção na reparação, mas ainda assim, tantas coisas são consertadas nos dias de hoje” (Mead, 2015, p.41, [trad. pela autora]).

O papel da reparação, enquanto atividade, foi extremamente influenciado pelas mudanças rápidas e constantes dos séculos XIX e XX. Até então, os objetos produzidos pelos artesãos e pequenas produções, viam a sua duração ser estendida ao máximo, seja por consertos, reparações, ou dar uma nova utilização ao mesmo objeto. Devido ao seu carácter especial de cultura material, de elevado valor e difícil reprodução os artefactos eram mantidos ao longo de gerações até ao máximo do seu desgaste.

Mesmo após a revolução industrial em algumas faixas sociais, o comportamento continuava imutável (Mead, 2015). É de notar que, enquanto para uns o poder de compra aumentava consideravelmente, o fosso entre as classes aumentava drasticamente, com o nascimento de uma nova classe – a classe operária. Não obstante, não é de descurar que o advento da manufatura industrial revolucionou a forma como entendemos e valorizamos os produtos.

Mas se a revolução industrial vanguardizou a cultura ocidental e acelerou exponencialmente o seu crescimento, também é verdade defender que trouxe um maior desequilíbrio para o ambiente e políticas que alteraram a nossa forma de possuir e manter objetos.

1.2. Obsolescência Programada

Esta industrialização massiva originou novas preocupações e exigências por parte dos donos de negócios e indústrias. Por exemplo, a produção em massa resultou em produtos que não tinham canal de vendas definido, e por tal, não conseguiam ser

escoados facilmente. (Slade, 2007) Face a esta abundância de produtos, os fabricantes procuraram soluções, não diminuindo a capacidade de produção, mas sim explorando-a mesma ao seu expoente máximo e alavancando novos canais de escoamento e propostas de valor para os clientes finais. (Slade, 2007)

Como Giles Slade explica na sua obra “Made to Break”, uma série de exemplos do início do século XX demonstram esta tendência, como a criação de modelos anuais da General Motors para competir com a Ford, a criação dos lenços descartáveis da Kleenex, e as lâminas da Gillette (Slade, 2007). Todos eles partilham algo – a necessidade de diminuição do ciclo de vida do produto.

Slade e alguns especialistas advogam que estes produtos têm uma obsolescência programada. Ou seja, foram desenvolvidos de forma a se tornar obsoletos para o seu utilizador mais rapidamente que o final da sua vida útil. Este é, sem dúvida, um tema que gera controvérsia e para o qual há diferentes interpretações.

Um artigo da BBC Future⁷ (Hadhazy, 2016), retrata a obsolescência programada como uma consequência inevitável de desenvolvimentos tecnológicos acelerados, em que a solução mais recente suplanta todos os produtos da mesma categoria, pertencentes a diversos utilizadores, questionando assim a veracidade do conceito (Hadhazy, 2016).

Contudo apresenta um exemplo de um produto sobre o qual foi claramente planeada obsolescência: a lâmpada. Existe um tipo de lâmpada, produzida no início do século XX que produziu luz durante cento e quinze anos (Hadhazy, 2016). Em contraste, sabemos que as lâmpadas hoje em dia duram entre 750 a 50000 horas – no máximo cerca de seis anos (Levison, 2015).

Segundo o mesmo artigo da BBC Future, nos anos vinte, foi descoberto ter havido um consórcio entre três dos maiores fabricantes de lâmpadas – Osram, Associated Electric Industries e a General Electric – em que acordaram diminuir artificialmente a

⁷ Fonte de cariz jornalístico não científico

esperança média de vida das lâmpadas para apenas 10000 horas de vida útil (Hadhazy, 2016). Este acordo influenciava largamente o negócio, pois obrigava o consumidor a comprar recorrentemente.

Mas, enquanto que neste caso, o movimento das três companhias em potencializar o consumismo é claro, outros exemplos são mais subtis. Tim Cooper defende que a obsolescência não é apenas tecnológica, mas que tem também uma componente psicológica e económica (Cooper, 2004). Refere ainda que a obsolescência pode ser absoluta – ou seja o produto é substituído no final da sua vida, mesmo que este final possa acontecer mais cedo que o suposto, por escolhas de materiais e qualidade. Ou então, pode ser relativa, o que significa que o produto será substituído antes do final de vida uma vez que o Cliente encara o produto como obsoleto. (Cooper, 2010)

A obsolescência tecnológica é caracterizada por planear uma data de final de vida para o produto, ao manipular a sua estrutura física e materiais constituintes (Slade, 2007), diminuindo assim a sua qualidade ou por introduzir um novo produto no mercado que seja (ou aparente ser) mais avançado tecnologicamente.

Por sua vez, a obsolescência económica remete para a razão entre o preço de um produto novo, e o valor percebido pelo consumidor do produto que tem em sua posse ou da reparação que possa ser necessária. (Cooper, 2004) Este efeito pode também estar relacionado com o preço de peças sobresselentes ou mesmo a sua disponibilidade no mercado – influenciando a decisão do consumidor.

E, por último, temos a obsolescência psicológica – em que a empresa, através de técnicas de marketing, ou através de mudanças mais ou menos subtis na componente cosmética ou estética do produto, procura criar *modas*. Fazendo com que o consumidor deseje um novo produto, não reparando ou não deixando o ciclo de vida do anterior terminar (Cooper, 2004; Slade, 2007).

É bastante premente que, apesar da obsolescência planeada ser em teoria um mecanismo empregue pelas empresas e fabricantes – por exemplo, nos anos trinta os

principais atores desta estratégia eram os designer industriais (Slade, 2007), - o consumidor tem um papel fulcral no “ato de *deitar fora*” um determinado produto.

Como enunciado pela OCDE em 1982 (Cit. por Cooper, 2010, p.15 [trad. pela autora]): “(...) é a substituição de objetos completamente funcionais por parte dos consumidores que causa o maior desperdício, e não a produção de bens.”. As razões que levam à troca de produtos em bom estado foram objeto de estudo por Van Nes e Cramer na obra “Influencing Product Lifetime Through Product Design” (2005), tendo os mesmos definido quatro áreas: o desgaste, a melhoria na funcionalidade, a melhoria na expressão (condição cosmética), e novos desejos.

Sendo que, não obstante a influência que o desenvolvimento de novos produtos tem na substituição dos que o utilizador já possui (Cooper, 2010), Van Nes e Cramer concluíram que o desgaste é a razão mais recorrente para a troca de um objeto por um novo, e que está subjacente às restantes (Van Nes & Cramer, 2005).

O desgaste é, sem dúvida, uma das questões que pode ser colmatada com medidas direcionadas a aumentar a vida útil do produto, em inglês denominado de *Product-life Extension*. Este conceito está intrinsecamente ligado à longevidade dos Produtos. Como já referido, a longevidade de um produto (ou seja, o período até ao seu descarte) está dependente, tanto do comportamento do utilizador, através do cuidado no uso do objeto, se efetua ou não manutenção e reparação e se reutiliza o produto ou os seus componentes no final de vida; da influência sociocultural sobre o utilizador, como dos atributos decorrentes do design e fabrico (Cooper, 2010, p.8).

No contexto deste trabalho, pretende-se considerar a possível influência do designer, e dos atributos do design, na longevidade dos produtos. É ainda discutível se esta influência será apenas de cariz formal sobre o produto em si, ou se poderá englobar também o uso do produto e perceção do mesmo por parte do utilizador.

1.3. Primeiros movimentos sustentáveis no design

Retomando o caminho da obsolescência e consumismo, conseguimos identificar diferentes fases de desenvolvimento e universalização durante o século XX. Tendo como base os Estados Unidos da América, sabemos que a grande depressão dos anos trinta influenciou largamente a difusão da obsolescência programada em especial na sua componente psicológica (Slade, 2007). Qualquer mudança era necessária, para atingir o maior número de vendas numa época de pouco capital e enorme desemprego. Verificaram-se assim mudanças na estética dos produtos, lançamento de melhoramentos do mesmo produto mais recorrentemente e abuso de publicidade e marketing (Slade, 2007).

No entanto, o termo obsolescência apenas passou a ser discutido publicamente durante os anos cinquenta. No pós-segunda guerra mundial, observou-se um crescimento do consumo de bens descartáveis e de bens de segunda necessidade. Ter o último modelo de carro, ou o mais recente rádio tornou-se um desejo difundido pela população americana. Este crescimento exponencial levou, nos meados dos anos sessenta ao aparecimento das primeiras preocupações com a sustentabilidade (Vezzoli, 2018).

As primeiras pesquisas de cariz científico e publicações sobre o impacto da poluição no planeta, da utilização massiva de recursos e subsequente impossibilidade de recuperação dos mesmos aconteceram durante os anos 70 (Vezzoli, 2018). Um dos exemplos é o livro "The Limits to Growth" publicado em 1972, que apresenta a primeira previsão sobre o possível colapso do planeta face à pressão da produção exercida pelo Homem (Vezzoli, 2018).

Mas é nos anos 80 que o tema se dispersa na comunidade do design industrial. Uma das obras mais conhecidas - "Design for the Real World" – de Vitor Papanek, arquitecto, critica o desinteresse do designer pelas reais necessidades do Homem, e da contaminação do planeta com produtos desnecessários (Papanek, 2000, p. 15, [trad. pela autora]):

Necessidade: Muitos dos designs recentes satisfizeram apenas desejos..., enquanto que as verdadeiras necessidades do Homem foram frequentemente negligenciadas. As necessidades económicas, psicológicas, espirituais, sociais, tecnológicas e intelectuais de um ser humano são geralmente mais difíceis e menos lucrativas de satisfazer do que os “desejos” cuidadosamente manipulados..., inculcados pela moda...

Papanek abriu caminho para a discussão pública sobre a implicação do designer industrial no consumismo exacerbado. O tema evoluiu de uma perspectiva que incutia os designers da necessidade ética de utilizar materiais com baixo impacto ambiental, para nos anos 90, a integração do conceito de Ciclo de Vida dos produtos (Vezzoli, 2018).

Com a ambição de projetar os produtos para que fossem o mais ambientalmente sustentáveis possível durante toda a sua vida – desde a utilização de recursos, produção, utilização e fim de vida⁸ - diferentes práticas foram surgindo, como é o caso do *Life Cycle Design*, *Eco-Design*, *Design for Environment* (Vezzoli, 2018) e *Green Design*⁹. É de notar que o conceito de Sustentabilidade apresenta três dimensões diferentes: Ambiental ou planeta, Socio-ética ou pessoas, Económica ou lucro. O conceito pressupõe um equilíbrio entre as três (Vezzoli, 2018).

Uma outra abordagem é o *Cradle-to-Cradle* (Braungart & McDonough, 2002), que referencia o conceito de *eco-effectiveness*. Designers *eco-effective* conseguem ver para além do propósito imediato de um produto ou sistema e considerar o todo (Braungart & McDonough, 2002). Braungart e McDonough propõem assim um sistema fechado e sem desperdício para os produtos de origem inorgânica ou sintéticos (*technological nutrients*) (Vezzoli, 2018).

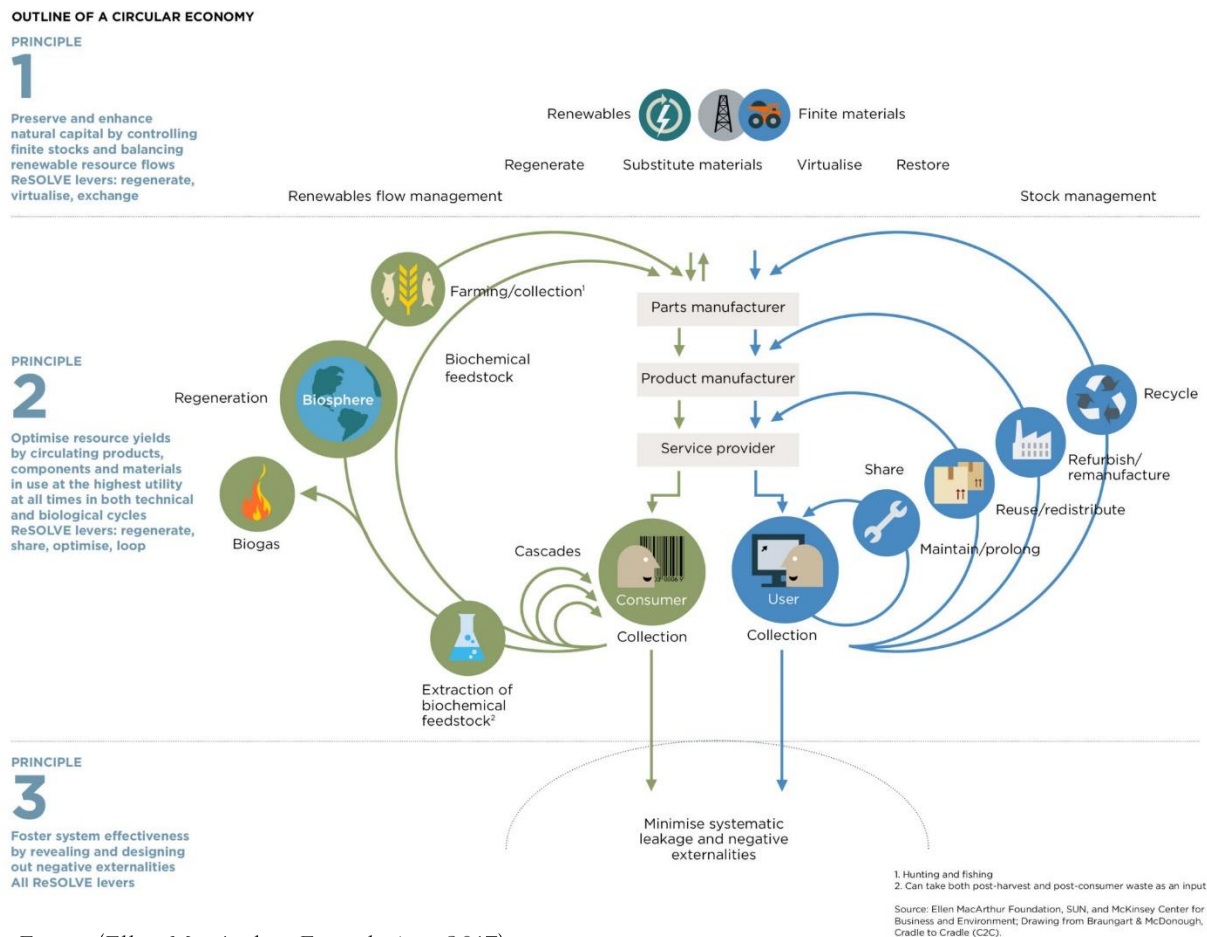
Já no final dos anos 90, começa a ser dada importância à durabilidade e longevidade dos produtos. É equacionado que um dos fatores mais relevantes para que um produto seja mantido pelo seu utilizador seja a ligação emocional entre o utilizador e o objeto – surgindo assim o *design for emotionally durable products* (Vezzoli, 2018).

⁸ Ou End-of-Life (EoL).

⁹ Definição sucinta no glossário.

Recentemente, contudo, o conceito de Economia Circular (EC) tem-se tornado mais popular e ajuda na compreensão do *Design for Repair*. A EC é uma estratégia para crescimento económico que contribui para o desenvolvimento sustentável e para o equilíbrio ambiental (Korhonen et al., 2017; Korhonen, Honkasalo & Seppälä, 2017).

Este conceito, conhecido pelo seu diagrama de borboleta, é apresentado na figura 1 da autoria de Braungart e McDonough, e admite que não há desperdício num sistema de ciclos fechados (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Segundo a Ellen Mac Arthur Foundation (2017), a EC assenta em três princípios: eliminar o desperdício e poluição do sistema económico, reutilizando os produtos e materiais, e regenerando os sistemas naturais (Ellen MacArthur Foundation, 2017).



Fonte: (Ellen MacArthur Foundation, 2017)

Figura 1 - Diagrama demonstrativo do Sistema de Economia Circular

Dessa forma, no lado direito do diagrama anterior (figura 1), é representado o fluxo relacionado com a produção tecnológica e industrial, onde se enquadram as ações de reutilização, reparação, remanufactura e reciclagem, permitindo a diminuição de desperdício. E do lado esquerdo observa-se o fluxo dos produtos e materiais de origem biológica, com a idealização de um sistema regenerativo (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Nesta figura, é possível observar que no fluxo tecnológico, o primeiro ciclo possível é o de manter ou prolongar o tempo de vida do produto em causa. Para obter este resultado, a reparação pode ser uma das soluções (Fifield & Medkova, 2016). Como tal, o *Design for Repair*, ao facilitar a reparação, poderá beneficiar a adoção de um modelo económico mais circular.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Conceito de Design for Repair

2.1.1. Revisão da literatura

Tendo por base o conceito de reparação – como restituição da função de um determinado objeto que deixa por algum determinado motivo de funcionar, - surge a necessidade de definir então o que é o *Design for Repair* (DfR).

Numa primeira pesquisa pelo termo, mais geral, foram encontradas algumas fontes jornalísticas e de opinião. Estas apresentam o DfR sem referenciar claramente uma definição para o conceito.

No caso do artigo de opinião do professor Christopher Barnatt (2017), o mesmo defende que é crucial que o designer e o produtor, englobem o DfR nas suas práticas. Ainda acrescenta que, na prática, o DfR representa a utilização do maior número possível de peças standardizadas, simplificação e modularização dos produtos, a existência de “spare parts” para a reparação, e ainda informação de reparação disponível e de fácil compreensão (Barnatt, 2017).

Por outro lado, o artigo do jornal *The Guardian* intitulado “Design for repair: empowering consumers to fix the future” (Lockton, 2013), escrito pelo professor Dan Lockton em 2013 refere que o DfR é uma tendência em claro crescimento, por força das temáticas ligadas à sustentabilidade. Questiona ainda se desenhar produtos para que sejam mais facilmente reparados pelos utilizadores poderá ser considerado uma oportunidade de negócio, respondendo positivamente com o testemunho de Adam Menter da Autodesk (Lockton, 2013).

A Autodesk – empresa que desenvolve softwares para design, engenharia e arquitectura (Autodesk, s.d.) – produziu um vídeo intitulado “How to Design for Repair and Upgrade” (Autodesk Sustainability Workshop, 2015). Neste, Jeremy Faludi, refere

que a reparação é uma estratégia chave para a sustentabilidade e que a fácil desmontagem¹⁰ contribui para uma reparação mais simples. O designer deve assim, primeiramente, assegurar que disponibiliza manuais e informação completa que ajude quem irá reparar o produto (Autodesk Sustainability Workshop, 2015). Os componentes internos devem ainda ser visualmente diferenciados, e aqueles que tenham maior tendência para se deteriorar devem ser dispostos de forma a serem facilmente acedidos, retirados ou reparados (Autodesk Sustainability Workshop, 2015).

Contudo, refere igualmente que é necessário garantir disponibilidade das peças durante a vida útil do produto, a um preço que favoreça a escolha da reparação em detrimento da troca por um produto novo (Autodesk Sustainability Workshop, 2015).

Estes três conteúdos retratam o panorama da perceção que o público – mais interessado em Sustentabilidade e Design – partilha. Contudo, é necessário frisar que estas fontes de informação carecem de rigor científico e suporte em pesquisa.

Assim, obedecendo a uma pesquisa com autores de relevância e cujo trabalho é assente em metodologia científica e de pesquisa, surgiu em primeiro lugar a obra “Design for Repair: Things can be fixed” de Derrick Mead (2015).

Como o autor refere, este livro investiga o estado da reparação na cultura material, e a aplicação principal aos designers de produto (Mead, 2015). Contudo, nenhuma definição concreta do conceito *Design for Repair* é apresentada. É possível retirar algumas elações por via das várias entrevistas e testemunhos presentes na publicação.

A nível académico, foi possível encontrar referência ao conceito DfR na tese de Doutoramento do professor Marcel den Hollander da Universidade TU Delft intitulada “Design for managing obsolescence - a design methodology for preserving product integrity” (2018).

¹⁰ Desassembly (trad. do inglês)

Esta obra apresenta o *Design for Repair* como uma *Design Approach*. Isto significa que é uma das abordagens que poderá ser utilizada dentro da tipologia “Design for Preserving Product Integrity”, para estender o uso de um determinado produto. A visão de den Hollander, bastante estruturada e metodológica, permite compreender o âmbito do DfR e expõe possíveis guias de orientação para o designer. Ainda relaciona a metodologia de design para preservar a integridade do produto com a Economia Circular e possível aplicação em modelos de negócio destes produtos (den Hollander, 2018).

Outros artigos e obras de cariz científico ou relacionados com entidades públicas, também incluem algumas referências à noção de DfR, mas sem nunca compreender uma definição clara – apenas diretrizes. De notar, de entre estes, os que foram mais explorados nesta dissertação – um documento do Centre for Remanufacturing & Reuse, no Reino Unido sobre estratégias para o EOL (end-of-life) dos produtos (2009); e a obra de Carlo Vezzoli “Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products” (2018).

Nestas últimas duas obras referenciadas, o conceito DfR não é apresentado explicitamente. Contudo, são apresentadas estratégias para melhorar a reparabilidade de equipamentos, do ponto de vista do design e desenvolvimento de produto, pelo que constituem uma relevante base de suporte para este trabalho. Ainda, estes dois documentos são utilizados por Marcel den Hollander na sua dissertação, pelo que se assegura a relevância dos mesmos e observa uma condensação de conhecimento e similitudes entre os três trabalhos.

2.1.2. *Design for Repair* conforme a obra de Derrick Mead

Como já referido, Derrick Mead nunca propõe claramente uma definição de *Design for Repair*. No entanto, é possível extrair da sua obra algumas noções importantes para definir o conceito, ao nível dos limites, princípios e constrangimentos do DfR.

Por um lado, a temática da reparação, e a ação de reparar é crucial para a contextualização. O primeiro parágrafo da introdução começa por referir que a

Reparação é (1) um constrangimento do design, (2) um resultado do design de produto e (3) uma atividade prática desenvolvida em objetos desenhados por designers (ou não)(Mead, 2015).

A terceira visão, é claramente a que a maioria de nós – designers ou não – associa ao ato de reparar. Esta atividade prática, segundo o discutido ao longo do livro com as entrevistas efetuadas, é uma atividade de complexidade elevada e que está associada intrinsecamente ao design dos produtos. Isto porque, a forma como os objetos estão construídos determina a possibilidade ou não de reparação dos mesmos.

Assim, torna-se mais claro que a reparação pode constituir um constrangimento ao design do dito produto (1) – o designer deve abranger desde o início a possibilidade de reparação do mesmo, e as alterações projetuais que pode acarretar. Mas também, sabendo que o design produz produtos que irão avariar ou desgastar-se, a reparação será inevitavelmente um resultado do desenvolvimento de novos objetos (2).

Durante a sua exposição, Mead (2015) explora ainda o domínio da reparação numa outra vertente – qual o seu limite e diferenciação face à manutenção. Segundo as entrevistas que faz a técnicos e outros profissionais, entende que a reparação é uma atividade técnica especializada, conduzida na maioria das vezes por técnicos, com uma determinada formação. Expõe as críticas aos novos produtos de maior complexidade eletrónica ou digital, que aglomeram vários componentes em módulos blindados. Para os entrevistados, substituir módulos é uma ação de manutenção e não de reparação (Mead, 2015).

Uma observação bastante interessante que Derrick Mead faz é que, tanto o designer, como o reparador, encaram o objeto de forma semelhante, mas de diferentes pontos de vista. Os dois preocupam-se com a forma, a construção, funcionamento, e relação utilizador-objeto. O designer ambiciona criar o melhor produto possível dentro das condições que o regem, como forma de resposta às necessidades de vários utilizadores com um produto standardizado. Enquanto que, o reparador foca-se em retomar a condição e função do produto de uma forma satisfatória, com o mínimo de

esforço – apenas para que o utilizador possa continuar a usar o objeto. O reparador repara apenas um produto, e tem de analisar a avaria ou dano com foco especial, uma vez que cada objeto avaria de forma diferente (Mead, 2015).

A conclusão do autor é que o conhecimento necessário é semelhante para cada um dos atores (Mead, 2015). Ainda que possa ser discutível, é possível perceber que pelo menos as similitudes de entendimento sobre o produto podem ser benéficas para o exercício do DfR, por parte do designer.

Neste seguimento, o autor defende que o designer, aquando do desenvolvimento de um novo produto, tem que compreender as condições possíveis que irão levar o dito produto a avariar ou a ficar danificado, e deve ter a experiência prática para conseguir, ou pelo menos tentar aliviar essas mesmas condições no planeamento do produto. Este pensamento poderá ser entendido como o início do DfR.

Amy Smith¹¹ acredita que este raciocínio inicial que denomina “repair thinking” deve fazer parte do programa de ensino de Design. Como explica (Cit. por Mead, 2015, p.120, [trad. pela autora]): “Os vossos designs vão avariar. Planeiem para isso, e façam com que seja fácil reparar as avarias mais prováveis.”.

Conforme um exemplo dado, desenhar um objeto consciente da avaria e da experiência do utilizador é crucial para conseguir um produto desenhado para ser reparável e durável.

Contudo, o designer deve ainda procurar compreender o raciocínio da pessoa que irá reparar o objeto, não se focando apenas no utilizador. Esta empatia pelo reparador, permite não só garantir que o produto é fácil de reparar, como também que a reparação será rápida, e que os materiais, documentos, ferramentas e componentes necessários são disponibilizados.

¹¹ Amy Smith é a fundadora do MIT D-Lab, uma instituição que estabelece colaboração entre designers e entidades ligadas à regulação, nos Estados Unidos. É também professora no MIT, e foi considerada uma das pessoas mais influentes em 2010 pela revista Time.

Derrick Mead elabora também sobre os constrangimentos que muitas vezes impedem, mesmo o designer preocupado com a sustentabilidade do produto, de desenhar objetos mais reparáveis. Um dos primeiros pontos apontados é o custo inerente ao produto se for desenvolvido de forma inteiramente modular – a modularidade, para garantir que funciona corretamente, acarreta processos de manufatura e materiais muito mais dispendiosos (Mead, 2015).

Como refere, um dos pontos de partida do designer industrial é muitas vezes o preço final do produto para o consumidor – e, como tal, qualquer decisão que aumente o custo de produção é descartada (Mead, 2015). Dentro dos constrangimentos económicos também está a obsolescência programada – ou seja, as empresas que fornecem (recorrentemente) os *briefings* aos designers estão interessadas que os produtos não durem eternamente, que tenham uma vida útil definida, para que consigam vender novos produtos ao utilizador (Mead, 2015).

Por outro lado, fatores técnicos também intervêm no desenvolvimento do produto, tornando-o menos reparável que o desejável. Um dos fatores prende-se com o facto de os produtos, especialmente se elétricos ou eletrónicos, terem que obedecer a regras rígidas de segurança, por exemplo não serem passíveis de serem abertos por crianças (Mead, 2015). É apontado por um dos entrevistados – Scott Henderson¹² – que os produtos têm que ser desenhados na direção de serem menos facilmente abertos ou desmontados (Mead, 2015).

No entanto, referindo-se à rapidez na evolução tecnológica dos dias de hoje, é questionado porque é que fará sentido reparar um produto que será ultrapassado tecnologicamente – e por sua vez desenhar o produto para ser mais facilmente reparado (Mead, 2015). Sem dúvida, que a obsolescência tecnológica é um dos principais constrangimentos do DfR.

Por último o autor disserta sobre o papel das limitações de carácter psicológico e social. Como já referido o designer tem dificuldade em reconhecer que os produtos que

¹² Designer reconhecido pelos seus saleiro e pimenteiro em forma de abraço.

desenha irão ter um final de vida (Mead, 2015). Mas, o próprio utilizador tem um papel fulcral na reparação dos objetos – e muitos fatores como tempo, marketing e publicidade, sensação de pertença a um grupo, influem na decisão de substituir em vez de consertar (Mead, 2015).

2.1.3. *Design for Repair* conforme o Centre for Remanufacturing and Reuse

O Centre for Remanufacturing and Reuse (CRR) – que atualmente já não está em funcionamento, - foi criado em 2007 no Reino Unido com o intuito de apoiar a indústria a adotar a remanufactura e outras medidas de extensão do ciclo de vida do produto (CRR, 2018). Em 2009, no seu documento “Thought leadership: A description of the design for end-of-life process”, apresentam vários tratamentos para este final de vida, assim como medidas a implementar no desenhar do produto e do modelo de negócio respetivo.

O DfR é abordado como uma estratégia de otimização para a reutilização e re-propósito, sob o nome de “Design product for easy upgrade and repair” que ambiciona combater a obsolescência programada de cariz tecnológico e estético (CRR, 2009) e permitir o planeamento de uma segunda vida (diferente utilização) para o produto (CRR, 2009). Contudo, é trabalhado mais em detalhe nas estratégias para Reparação.

A reparação, neste documento, é entendida como o processo de repor um produto avariado ou danificado de novo em funcionamento (CRR, 2009). No entanto, como apenas são abordadas nesta obra as estratégias a utilizar em final de vida do equipamento, não é mencionada alguma definição para a manutenção, ou comparação entre os dois tópicos. Sendo, então, esta conceptualização tão lata, podemos entender que inclui também a substituição de módulos como forma de retribuir a função original ao objeto em final de vida.

De cariz mais técnico, o documento faz menção ao tipo de produtos que considera serem mais propícios para reparação. Estes são todos aqueles que tenham um custo inicial elevado, ou que apresentem um grande valor inerente, seja financeiro ou emocional (CRR, 2009). Mas também, os que sejam difíceis ou impossíveis de substituir,

e que possam ter componentes substituídos sem destruir a estrutura do objeto (CRR, 2009).

O Centre for Remanufacturing and Reuse ainda identifica benefícios, desvantagens e desafios aplicáveis à utilização da reparação no fim de ciclo de vida. É de notar que como resposta aos desafios apresentados, as soluções propostas têm pontos de contacto com o DfR (CRR, 2009). É discutível que estes desafios propostos sejam únicos. Um deles é o elevado custo de reparação por equipamento, para o qual os autores propõem que os produtos sejam desenvolvidos para serem reparáveis, passíveis de upgrade e desmontagem pelos próprios consumidores (CRR, 2009).

Esta noção de tornar o objeto facilmente reparável pelo utilizador, conjuga com uma passagem da obra de Derrick Mead, que questiona se o utilizador não consegue reparar o equipamento, então o produto não é mesmo seu (Mead, 2015).

Regressando ao documento do CRR, o mesmo propõe *design techniques*¹³ para fomentar a reparação como estratégia para o final de vida de um produto (CRR, 2009). As mesmas podem ser consultadas no Quadro 1.

De entre estas *design techniques*, algumas não se enquadram dentro do âmbito direto do DfR a nível conceptual, como “Oferecer incentivos para retomar o core do objeto” e “Produção e tratamento para o EoL locais”. A primeira foca-se no modelo de negócio do produto *designed for repair* e a segunda em condições, que apesar de influírem para a sustentabilidade do produto como um todo, não impactam diretamente na reparabilidade do mesmo.

Outras *design techniques* também não têm um impacto directo, como, por exemplo, “Especificar os materiais/componentes recicláveis” e “Desenhar para fácil limpeza e teste”. No entanto, ainda têm alguma sobreposição com o DfR.

¹³ Consultar glossário.

Design Techniques para o Tratamento de EoL (End-of-life) – Reparação

Melhorar o labeling dos produtos

Especificar os materiais/componentes recicláveis

Desenhar para a *desassemblagem*

Desenhar componentes para que sejam duráveis

Desenhar para fácil limpeza e teste

Oferecer incentivos para retomar o core do objeto (business model design)*

Reduzir o número de componentes

Produção e tratamento para o EoL locais (closed loop)*

Design Modular

Fonte: (CRR, 2009, pp.27-28)

Quadro 1 - Design Techniques para o tratamento de EoL como Reparação

Similarmente à obra de Derrick Mead, neste documento do CRR é possível concluir que, de forma a facilitar uma eventual reparação, os produtos podem ser desenhados para serem facilmente desmontados, eventualmente por design modular, e de preferência com o menor número possível de componentes. Estes também devem ser bem identificados, de forma que o reparador ou utilizador compreenda que componentes existem, onde estão, o que são, como podem ser retirados, etc. Os componentes devem ser, contudo, o mais duráveis possíveis – seja por um lado para retardar a necessidade de reparação, como, por outro, para garantir que o core do produto dura o máximo de tempo, mesmo após reparação.

2.1.4. *Design for Repair* conforme Carlo Vezzoli

Em 2008, Carlo Vezzoli publicou a obra “Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products”, tendo mais recentemente lançado a segunda edição, já em 2018. Esta obra, extensa em todas as componentes de design sustentável, aborda o DfR apenas de forma não direta. Ou seja, entende o DfR como *guidelines*¹⁴ para facilitar a reparação, enquanto otimização do ciclo de vida do produto. A obra apresenta estas

¹⁴ Consultar glossário.

guidelines no âmbito de uma abordagem mais extensa dentro da otimização do ciclo de vida que inclui – *Design Long-Lasting Products* e *Design Intensely Utilized Products*.

O conceito de reparação em si não é identificado, mas o de manutenção é definido como atividades periódicas de prevenção e ajustes ligeiros a um determinado objeto (Vezzoli, 2018). É de ressaltar que, são apresentados vários exemplos de produtos desenhados para facilitar a manutenção ou reparação, e que estes mesmos exemplos tornam difícil compreender as barreiras entre manutenção e reparação.

Um dos exemplos é a escova de dentes Silver Care, na figura 2 - a qual tem um cabo e escovas que podem ser trocadas, e é entendido pelo autor como Manutenção. Outro exemplo, ainda na manutenção é a máquina de lavar da Eletrolux – Nexus – que possui cinco *subassemblies* ou módulos funcionais que podem ser ainda decompostos em componentes facilitando a sua troca (Vezzoli, 2018).



Fonte: (*Features of Silver Care One*, 2015)

Figura 2 - Escova de dentes Silver Care com escovas substituíveis

Pelo outro lado, é apresentado o exemplo da cadeira Mirra de Herman Miller, na figura 3, que se decompõe facilmente em componentes para que possam ser substituídos quando se danificam (Vezzoli, 2018).



Fonte: (*Top 10 Best Ergonomic Office Chairs 2018 Reviews [Editors Pick]*, 2018)

Figura 3 - Cadeira Mirra e os seus componentes

Ainda que possa ser entendido que a substituição da escova seja uma atividade regular, e que como tal seja manutenção, esta ainda acontece quando o produto atinge o seu final de vida. Mas mais curioso é o caso da máquina de lavar Nexus, apresentada anteriormente. Quando comparado com a cadeira Mirra, se os dois produtos podem ser decompostos para facilitar a substituição de componentes, tendo em conta que os dois equipamentos têm uma vida útil prolongada, e possivelmente necessitam de substituição mais esporadicamente, fica a dúvida de porque é que um é diferenciado como manutenção e o outro como reparação.

Nesta obra, o autor explora os produtos expostos a atividades de reparação como maioritariamente os que têm um custo mais elevado. Ainda reflete que dependendo dos casos os produtos podem ser reparados por técnicos especializados ou pelo próprio utilizador (Vezzoli, 2018).

Assim, e segundo o autor, para que os produtos sejam desenhados de modo a facilitar a reparação, devem incluir os cinco princípios: (1) Compor e facilitar a

(des)assemblagem de componentes que se estragam facilmente; (2) Desenhar os componentes de acordo com os *standards*; (3) Equipar os produtos com sistemas de diagnóstico automático para avarias; (4) Desenhar os produtos para reparação facilitada *on-site*; (5) Desenhar ferramentas de reparação, materiais e documentação complementar (Vezzoli, 2018).

Revisitando o disposto pelo CRR, a *desassemblagem* facilitada do produto é crucial para a sua reparação, mas principalmente assegurar o acesso aos componentes que se estragam mais facilmente. Standardizar e providenciar documentação beneficia a rapidez e facilidade da reparação, uma vez que aumenta as possibilidades de reparação e acesso ao conhecimento necessário. Por sua vez a questão do diagnóstico automático ajuda a compreender qual a avaria e qual o procedimento necessário. E a reparação facilitada *on-site* – e por tal, mais provavelmente efetuada pelo próprio utilizador, elimina transporte, fluxos desnecessários e tempo despendido, sendo uma solução mais sustentável.

Como constrangimentos às atividades de reparação, Vezzoli enumera o já referido por Mead e pelo CRR, o fator económico – ou seja, os custos de mão-de-obra na reparação são elevados pelo que são o que determina se um produto é ou não reparado (Vezzoli, 2018). Ainda indica que estes custos são recorrentemente proporcionais à complexidade do procedimento e à dificuldade em aceder às peças a reparar (Vezzoli, 2018). Pelo que constata que é relevante que os produtos sejam desenhados adequadamente para que a reparação seja possível, eficiente e eficaz, pelo ator que deva repará-lo (Vezzoli, 2018).

Assim, critica os designs que englobam características únicas e que constituem a receita perfeita para que o produto seja mais difícil de reparar, seja pelo processo em si, seja pela construção do produto (Vezzoli, 2018).

2.1.5. *Design for Repair* conforme Marcel den Hollander

Na sua publicação “Design for Managing Obsolescence : A Design Methodology for Preserving Product Integrity”, Marcel den Hollander elabora sobre as temáticas de Design de Produto Circular e Obsolescência e apresenta uma tipologia focada em preservar a integridade do Produto. Como explica, no Design Circular, duas vias podem ser tomadas no que toca ao design – ou preservar a integridade ou reciclar o produto (den Hollander, 2018). A última representa exatamente o contrário da primeira – ou seja, quando se recicla o produto, está-se a destruir o objeto e, assim sendo, a não respeitar a sua integridade (den Hollander, 2018).

O autor também expõe modelos de negócio que permitem implementar estratégias de design circular para preservar a integridade do produto. Esta conjugação das estratégias de design, com os modelos de negócio, origina uma metodologia que denomina de “Design Methodology for Managing Obsolescence”. O quadro 2 apresenta a decomposição desta metodologia proposta por den Hollander.

O quadro 2 apresenta a decomposição desta metodologia proposta por den Hollander.

Metodologia de Design	Design for Preserving Product Integrity		
Direção de Design	Resistir a obsolescência	Adiar a obsolescência	Reverter a obsolescência
Abordagens de Design	Designing for Emotional Durability	Designing for Maintenance	Designing for Recontextualizing
	Designing for Physical Durability	Designing for Repair	Designing for Refurbishment
		Designing for Upgrading	Designing for Remanufacturing

Quadro 2 - As direções e abordagens de design apresentadas para a tipologia Design for Preserving Product Integrity (den Hollander, 2018)

Dentro desta metodologia, den Hollander explica existirem três direções de design (den Hollander, 2018):

- (1) Resistir a obsolescência: Abordagens de design para prolongar o uso
- (2) Adiar a obsolescência: Abordagens de design para estender o uso
- (3) Reverter a obsolescência: Abordagens de design para recuperar o produto

Estas direções, que englobam todo o espectro de soluções para manter o produto dentro processo de design circular, contêm variadas abordagens de design como, por exemplo, *design for emotional durability* – design para assegurar a durabilidade emocional, e *design for remanufacturing* – design para permitir a remanufactura (den Hollander, 2018).

O DfR aparece nesta metodologia como uma abordagem de design dentro da direção de design - *Adiar a obsolescência: Abordagens de design para estender o uso* (den Hollander, 2018).

Esta direção condensa as abordagens ligadas à manutenção, reparação e *upgrade*. Aqui o autor faz uma distinção crucial sobre o conceito de manutenção. Como o próprio explica, o conceito de Manutenção comumente aceite é o definido pela norma internacional EN 13306, estabelecido com base em conhecimento de Engenharia e diretamente relacionado com o universo industrial. Esta norma abrange as componentes técnicas, administrativas e de gestão que permitem efetuar dois tipos de manutenção – corretiva e preventiva. (den Hollander 2018)

Do ponto de vista dos ciclos dos bens de consumo, den Hollander defende que esta visão não se enquadra do ponto de vista teórico. Isto acontece porque os dois tipos de manutenção acima descritos englobam atividades que para produtos de consumo têm diferentes denominações. Um exemplo é a manutenção preventiva que pode ser encarada como semelhante à direção de design - Resistir a obsolescência, - e por tal inclui no seu espetro o design para aumentar as durabilidades emocional e física de um determinado produto.

Neste sentido, propõe uma nova definição cuja aplicabilidade aos produtos de consumo é imediata, e que permite sustentar a divisão e estrutura das abordagens de design: “Manutenção é o ato de inspecionar e/ou intervencionar um determinado produto em intervalos regulares para manter as suas capacidades funcionais e/ou a sua condição cosmética.” (Hollander 2018, p.34, [trad. pela autora])

A manutenção é tida como a atividade regular – por exemplo, lavar a roupa, ou limpar o ecrã do computador. Esta abordagem totalmente diferente da de Derrick Mead, permite uma abordagem mais abrangente ao conceito de Reparação e de DfR.

No que concerne à definição de reparação, o autor elabora nas definições propostas em três publicações anteriores – Ijomah et al. (2004), Stahel (2010) e Flexner (1987) – condensando uma noção que engloba o ato e a garantia do produto: “Reparação é a correção de falhas específicas num produto obsoleto, trazendo o produto de novo ao funcionamento, sendo que a garantia desse produto será inferior à dos produtos novos equivalentes, e poderá apenas incluir a garantia da peça que tenha sido trocada.” (den Hollander 2018, p.35, [trad. pela autora])

Dos conceitos acima descritos, podemos concluir que existe uma enorme correlação sobre o efeito da manutenção e da reparação num produto, ainda que as duas atividades tenham modos de funcionamento bastante diferentes. A manutenção envolve menor cariz técnico, e é necessariamente mais frequente no tempo. Contudo, como afirmam Keolein e Menery em 1993 (Cit. por Hollander 2018, p.50 [trad. pela autora]): “fatores relacionados com a inactividade¹⁵, complexidade, e acessibilidade são tão importantes na reparação como na manutenção. Produtos facilmente reparáveis também dependem de peças standardizadas e permutáveis.”.

Com base neste mote, den Hollander avaliou os princípios justificativos das abordagens *design for repair* e *design for maintenance* conjuntamente. Da análise de

¹⁵ Tradução da autora do termo “downtime” que se refere ao tempo em que o produto não está disponível para utilização devido à atividade de manutenção ou reparação que está a sofrer.

vários autores, destaca-se Moss em 1985 (Cit. por Hollander 2018, p.48-49 [trad. pela autora]), que identificou oito princípios de design para a manutenção:

- (1) Estandarização – dos componentes e peças
- (2) Modularização – dos componentes ou conjunto de componentes
- (3) Embalamento Funcional – embalagem que permita envio facilitado para manutenção
- (4) Permutabilidade – facilidade no ato de mudança e troca de peças
- (5) Acessibilidade – fácil acesso aos componentes que necessitam de manutenção
- (6) Visibilidade de mau funcionamento – sinal indicativo de falha
- (7) Isolamento da falha – distinção clara do componente que necessita de manutenção; autodiagnóstico
- (8) Identificação – identificar os vários componentes para leitura universal

Outros autores com obras posteriores, também referidos por Marcel den Hollander, identificaram alguns princípios adicionais interessantes para compreender o exercício do *design for repair* (Cit. por Hollander 2018, p.49-50 [trad. pela autora]):

prevenção de danos materiais e humanos, disponibilidade das ferramentas necessárias, uso de *keying*⁶, e proximidade das partes que necessitam de manutenção ou reparação mais frequente (Kuo et al. 2001); organização interna do produto que permita a substituição facilitada dos componentes com vida mais curta, e documentação disponível (Vezzoli e Manzini, 2008); uso de parafusos que acelerem a manutenção ou reparação – sendo que a situação ideal é que não sejam precisas ferramentas (Mulder et al. 2012); desenho dos componentes para que sejam duráveis, e para que o produto seja facilmente lavável e testado (CRR, 2009).

Com base nesta base científica, identificou os seguintes dezasseis princípios de design que sustentam a abordagem *designing for repair*. Den Hollander dá assim a visão mais abrangente sobre princípios de design aplicados ao DfR – e consegue estabelecer uma estrutura-base para a proposta de definição de DfR na presente dissertação. Os princípios de design e o seu significado podem ser consultados no Quadro 3.

¹⁶ Figuras geométricas e detalhes de relevo que ajudam ao posicionamento correto dos buracos e pinos de encaixe num produto.

Princípio	Explicação abreviada
Acessibilidade	Acesso facilitado às partes que seja necessário reparar
Adaptabilidade	Permitir que um produto sofra melhorias contínuas e que tenha diversas funções. Também que possa “ganhar” mais funções ao longo do ciclo de vida
Desmontar e Remontar	Processo simplificado de desmontar e montar o produto
Ergonomia	Interação segura e eficiente entre o produto e utilizador
Isolamento da falha	Possível identificar o componente avariado aquando da avaria
Embalamento Funcional	Formato de um determinado módulo ou componente que permita ser retirado mais facilmente do produto
Identificação	Identificar os vários componentes para leitura universal
Permutabilidade	Assegurar que o componente ou parte consegue ser substituído facilmente sem nenhuma alteração ao core do produto
Keying	Detalhes para posicionamento correto dos buracos e pinos de encaixe num produto.
Visibilidade de mau funcionamento	Sinal indicativo de falha
Seleção do material	Selecionar o material mais apropriado para os requisitos do design
Modularização	Dividir o produto em assemblagens que reúnem vários componentes, com ligações facilitadas entre os vários módulos
Ockham's Razor	Entre dois designs igualmente funcionais, escolher sempre o mais simples
Redundância	Colocar material ou peças em excesso para dar espaço ao desgaste do equipamento
Estandardização	Utilizar peças e componentes comumente aceites e disponíveis o mais universalmente possível
Seleção do tratamento de superfície	Selecionar o tipo de tratamento de superfície que melhor se adequa aos requisitos do design

Quadro 3 - Princípios de Design, aplicados aos DfR, segundo den Hollander

2.2. Comparação entre os vários autores

A fim de propor uma conceptualização de DfR que possa servir o designer enquanto desenvolvedor de produtos, mostrou-se necessário comparar o conhecimento reunido no subcapítulo anterior 2.1. Conceito de *Design for Repair*. No quadro 5, pode observar-se esta comparação.

2.2.1. Reparação versus Manutenção

Um dos constrangimentos iniciais ao analisar o conteúdo dos autores apresentados, e que muitas vezes foi levantado como o ponto crítico deste tema no acompanhamento da tese é a diferenciação entre o que é uma atividade de manutenção e reparação.

Hollander afirma que os princípios que regem o *design for maintenance*, o *design for upgradeability* e o DfR são bastante equivalentes ao longo da literatura (den Hollander, 2018). Verdade, as ações que levam um determinado produto a ser mais facilmente reparado, mantido ou melhorado são praticamente as mesmas – modularização, fácil *desassemblagem*, standardização, entre outros.

Em que reside então a diferença? Após a análise das obras anteriormente apresentadas, surgiram três tópicos nos quais os autores diferem quanto à sua opinião. Em primeiro lugar, a periodicidade em que é efetuada a atividade. Aqui temos que, a manutenção pode ser entendida como uma atividade regular para preservar a condição do produto (den Hollander, 2018; Vezzoli, 2018). Pelo contrário, a reparação é tida como um procedimento esporádico.

Tal deve-se ao facto que a manutenção é compreendida pela maioria das fontes como uma atividade preventiva – e assim sendo acontece previamente ao final de vida do produto (den Hollander, 2018; Vezzoli, 2018). Enquanto que a reparação é tida como reativa e uma estratégia para otimizar o EoL do objeto (CRR, 2009; den Hollander, 2018).

A especificação técnica também afeta a reparação e a manutenção. A substituição de módulos pode ser entendida apenas como manutenção por falta de especificidade técnica (Mead, 2015). Contudo, é uma das formas de permitir ao consumidor efetuar a reparação em objetos cada vez mais tecnológicos.

A autora acredita que a combinação destes três fatores: periodicidade, ciclo de vida (CoL)¹⁷, e especificidade técnica, têm de ser considerados em conjunto para definir as duas atividades. Contudo, é de salientar que, o ator que efetua o procedimento também influencia o cariz do mesmo.

	Periodicidade		Ciclo de Vida	
	Esporádico	Regular	EoL / Reativo	CoL / Preventivo
Manutenção		X		X
Reparação	X		X	

Quadro 4 - Reparação vs Manutenção nos vetores Periodicidade e Ciclo de Vida

Lockton, que escreveu o artigo no The Guardian apresentado no início deste capítulo, estuda as interações das pessoas com a tecnologia e o mundo *designed* (Lockton, s.d.). Num artigo de conferência, explora, conjuntamente com Terzioğlu e Brass, as motivações e desvantagens que influenciam o utilizador¹⁸ na reparação dos produtos. No mesmo, os tipos de reparação são apresentados como dependentes do nível de habilidade e experiência da pessoa que a concretiza (Lockton, Terzioğlu & Brass, 2015). Assim, são apresentados três tipos de reparação passíveis de serem efetuados pelo consumidor:

Assembly repair: Este tipo de reparação não requiere nenhuma habilidade ou conhecimento. Um bom exemplo seria juntar partes do produto colando ou ligando-as.

Medium-level repair: Este tipo de reparação consiste em atividades que requerem algum nível de habilidade e conhecimento, como conhecimento sobre adesivos ou materiais.

Advanced-level repair: Este tipo de reparação inclui atividades que requerem habilidades e conhecimento avançado, como por exemplo trocar o ecrã de um computador portátil. (Lockton, Terzioğlu & Brass, 2015)

¹⁷ Consultar glossário.

¹⁸ *User* na versão original – tomado como consumidor na presente dissertação.

Quadro 5 - Comparação da análise dos quatro documentos de base para a definição do DfR

Autor	Obra	Conceito	Reparação vs Manutenção	DfR: princípios ou guidelines	DfR: condicionantes	O que é o DfR?
Mead, D. (2015)	<i>Design for Repair: Things can be fixed</i>	Design for Repair	<ul style="list-style-type: none"> · Diferente de Manutenção; · Não inclui substituição de módulos; · Trabalho técnico especializado. 	(não explícitos) <ul style="list-style-type: none"> · Repair-thinking · Empatia pelo reparador · Conhecer o produto intrinsecamente e desenhá-lo por forma a ser possível de reparar 	<ul style="list-style-type: none"> · Obsolescência programada: <ul style="list-style-type: none"> - tecnológica: inovação e regras de segurança - económica: custos de produção - psicológica: utilizador não repara, e designer não tem repair-thinking 	(Não é claro.)
Hollander, M. (2018)	<i>Design to preserve product integrity</i>	Design for Repair	<ul style="list-style-type: none"> · Diferente de manutenção; · Inclui substituição de módulos; · Manutenção são as atividades regulares para manter o bom funcionamento (ex: lavar roupa) 	<ul style="list-style-type: none"> · Acessibilidade · Adaptabilidade · Desmontar e Remontar · Ergonomia · Isolamento da falha · Embalamento Funcional · Identificação · Permutabilidade · Keying · Visibilidade de mau funcionamento · Seleção do material · Modularização · Ockham's Razor · Redundância · Estandardização · Seleção do tratamento de superfície 		É uma design approach , para a <i>design direction</i> "Postponing Obsolescence".
CRR (2009)	<i>Thought leadership: A description of the design for end-of-life process</i>	Reparação – como tratamento para a EOL (End-of-Life)	<ul style="list-style-type: none"> · É entendido como o processo de retornar um produto com avaria ou dano a um estado em que seja possível continuar a utilizá-lo; · Não é feita qualquer referência ou diferenciação da manutenção. · A reparação é apresentada como uma atividade cara, maioritariamente para bens duráveis e de alto custo económico ou emocional 	<ul style="list-style-type: none"> · Melhorar o labeling dos produtos · Especificar os materiais/componentes recicláveis · Desenhar para a <i>desassemblagem</i> · Desenhar componentes para que sejam duráveis · Desenhar para fácil limpeza e teste · Reduzir o número de componentes · Design Modular 	<ul style="list-style-type: none"> · custo da reparação · preocupação com a qualidade do produto após reparação · objetos descartáveis/consumíveis · obsolescência programada 	A reparação é um tratamento para a EOL (End-of-Life) , e tem várias design techniques associadas.
Vezzoli, C. (2018)	<i>Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products</i>	Facilitar a Manutenção/ Facilitar a Reparação	<ul style="list-style-type: none"> · A diferença entre manutenção e reparação não é explícita – ambas incluem exemplos de substituição de módulos; · A manutenção é entendida como atividades periódicas de prevenção e pequenos ajustes ao objeto; · A reparação é apresentada como uma atividade cara, maioritariamente para bens duráveis e de alto custo. 	<ul style="list-style-type: none"> · Compor e facilitar a (des)assemblagem de componentes que se estragam facilmente · Desenhar os componentes de acordo com os standards · Equipar os produtos com sistemas de diagnóstico automático para avarias · Desenhar os produtos para reparação facilitada on-site · Desenhar ferramentas de reparação, materiais e documentação complementar 	<ul style="list-style-type: none"> · Preço da mão-de-obra · Acessibilidade das peças para substituição · custo da reparação (tanto maior quanto mais complexo é o produto) · produção de objetos com componentes únicos 	É uma guideline para a Otimização da Vida dos Produtos.

No entanto, é também referido que num quarto nível o equipamento apenas é possível de reparar por um técnico especializado¹⁹ (Lockton, Terzioğlu & Brass, 2015). Assim, foi construída uma matriz relacional entre o ator que exerce a atividade e tipo de atividade, utilizando estes quatro níveis: Assembly (1); Medium-level (2); Advanced-level (3); e Reparação especializada técnica (4), como pode ser observado no quadro abaixo.

		Especificação Técnica			
		1.Assembly	2.Medium	3.Advanced	4.Reparação técnica
Técnico Especializado	Atividade			Especializada simples, necessário conhecimento sobre o equipamento	Muito especializada, necessária formação ou conhecimento técnico específico para o equipamento
	Manutenção			Limpeza dos Filtros de um Ar Condicionado	
	Reparação			Substituição Ecrã Smartphone	Reparação ao componente
Utilizador	Atividade	Não é necessária nenhuma experiência	Necessário conhecimento sobre processo	Necessário conhecimento sobre o equipamento	
	Manutenção	Remover saco de aspirador	Limpar máquina de café com detergente e processo apropriado	Limpeza dos Filtros de um Ar Condicionado	
	Reparação	Juntar duas partes de uma perna de cadeira partida com fita adesiva	Colar recipiente plástico do espremedor de citrinos que se partiu com adesivo próprio	Substituição Ecrã Smartphone	

Quadro 6 - Reparador e especificação técnica do procedimento

No quadro 6 são apresentados alguns exemplos para que seja mais fácil para o leitor compreender as diferenças e níveis das duas atividades. No caso das manutenções e reparações de nível avançado, mantiveram-se os exemplos tanto para o reparador especializado como para o utilizador. No que concerne à limpeza dos filtros de um ar

¹⁹ De notar, que em entrevista inicial com Rui Fortunato – responsável técnico da área técnica de Informática do Technical Service Center da Worten, e antigo responsável da Rede Técnica Worten Resolve - na reparação especializada também existe a denominação de quatro diferentes níveis. No entanto, não é considerado relevante para esta dissertação elaborar no detalhe técnico da reparação.

condicionado, esta atividade é uma ação de manutenção que deve ser efetuada regularmente (Department of Energy, 2018), e que apresenta alguma dificuldade. No entanto, um utilizador que se sinta mais confortável consegue encontrar guias e vídeos online, e com recurso a algumas ferramentas é capaz de efetuar ele próprio o procedimento. É de ressaltar que, existem legislações recentes a nível europeu e nacional que não permitem a intervenção de indivíduos não certificados em equipamentos de ar condicionado e frigoríficos pela presença de gases fluorados²⁰ no seu interior (R. Fortunato, comunicação pessoal, 2017).

Por sua vez a substituição de alguns ecrãs de telemóvel, com as ferramentas certas e peças a substituir é possível de ser realizada por utilizadores. E, é considerada uma atividade menos especializada no campo técnico. Aqui, neste ponto, há duas questões a ter em conta: (1) alguns modelos de smartphones são blindados sendo necessária a intervenção de um técnico com formação específica da marca (R. Fortunato, comunicação pessoal, 2017); (2) os conteúdos online para ajudar este procedimento tornam possível a inclusão de mais utilizadores na reparação *DIY*.

No nível mais avançado, não foi incluída ação para a manutenção, uma vez que este tipo de reparação já se trata de uma reparação que inclui processos de soldadura, microscópios, máquinas próprias e formação específica para cada produto – este é o tipo de reparações presente num centro técnico.

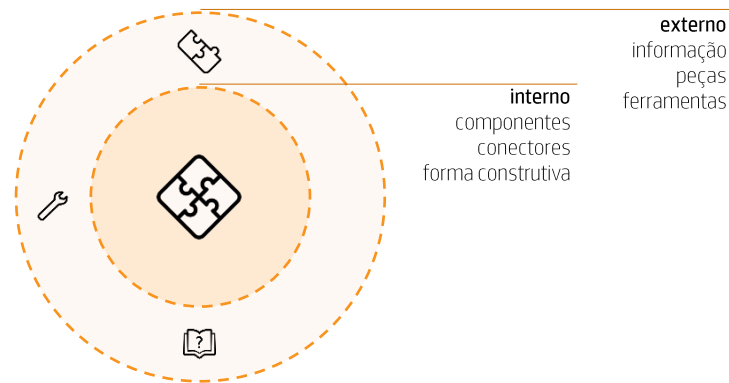
2.2.2. Princípios de Design aplicados ao DfR

Da análise dos quatro documentos referenciados ao longo do subcapítulo 2.1. é possível concluir que muitos dos princípios que os vários autores referem se repetem ou apresentam pontos de contacto. Estes princípios são nada mais que a realização das características que devem ser conferidas a um determinado produto e das preocupações

²⁰ Gases fluorados são gases usados em eletrodomésticos de climatização e refrigeração, entre outros, que têm elevado potencial de aquecimento global e afetam negativamente o ambiente.

que o designer tem que ter para que consiga que esse mesmo produto seja mais reparável.

De forma, a condensar a informação compreendida, a autora desta dissertação sugere uma análise interna-externa ao nível do produto. Isto significa que o primeiro foco serão as características intrínsecas do produto, que afetam a escolha dos componentes, a sua forma construtiva, as fixações e conectores. De seguida, serão considerados todos os fatores externos aos limites tangíveis do produto e que afetam a sua reparabilidade, nomeadamente peças, informação de reparação e ferramentas.



Fonte: Autoria própria

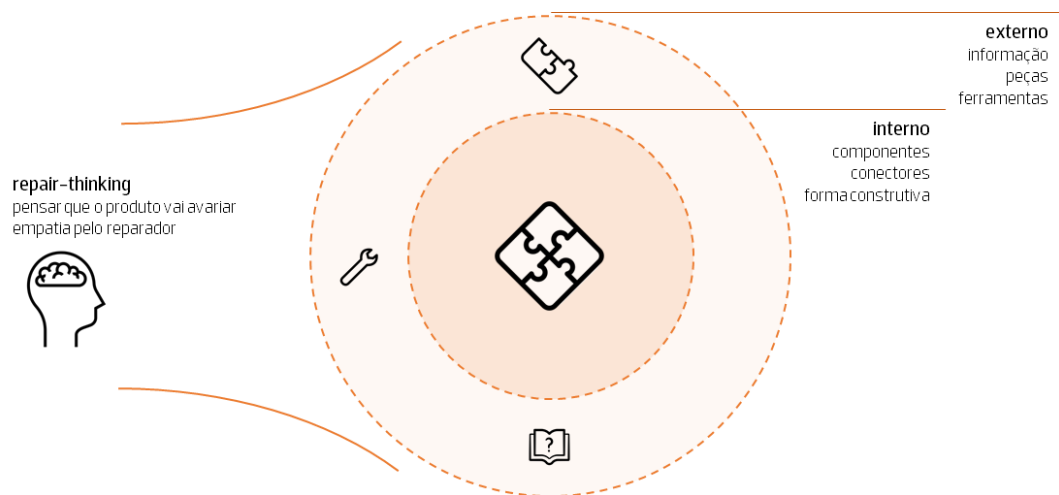
Figura 4 - Esquema representativo das características internas e externas ao produto que afetam a sua reparabilidade

Com esse propósito, estão expostos no quadro 7, os vários princípios identificados pelos autores analisados e de que forma essas *guidelines* sintetizam os fatores internos e externos. Numa avaliação mais genérica, é possível observar que as características internas do produto são as mais trabalhadas. Naturalmente, tal deve-se ao facto de os teóricos estarem focados no trabalho de desenvolvimento de produto, que é maioritariamente concentrado nos limites tangíveis do produto.

Não sendo no entanto de descurar, que dependendo do panorama que o designer estiver inserido em – entenda-se estiver a desenvolver um produto a título próprio ou embebido numa estrutura corporativa, - fará mais ou menos sentido elaborar o ambiente

em que o objeto será usado, e por tal, quem efetuará a reparação; que ferramentas terá disponíveis; que peças substituirá e onde as consegue arranjar; e onde consegue consultar informação e aprender como proceder.

O único princípio de design que ficou de fora desta tabela, foi o princípio presente na obra de Derrick Mead – “*Repair-thinking*”. Esta separação foi intencional, uma vez que no processo de síntese foi compreendido que o pensamento que despoleta a ação do DfR é inicial, e afeta as características internas e externas do sistema desenvolvido. Assim, numa nova abordagem, o *repair-thinking* é o ponto de partida de todos os atributos que o designer tem que considerar quando desenvolve um produto “*designed for repair*”.



Fonte: Autoria própria

Figura 5 - Esquema representativo da importância do "repair-thinking" no DfR

Quadro 7 - Análise dos princípios de design nas componentes internas e externas relativas ao produto

	Mead (2015)	Vezzoli (2018)	CRR (2009)	Den Hollander (2018)	Conceitos-chave	
interno	Escolha dos componentes	Conhecer o produto intrinsecamente e desenhá-lo por forma a ser possível de reparar.	Desenhar os componentes de acordo com os standards	Reduzir o número de componentes Desenhar componentes para que sejam duráveis Especificar os materiais e componentes recicláveis	Seleção do Material Ockham's Razor Redundância Estandardização	- standard - simples - durável - material
	Fixações e Conectores		Compor e facilitar a (des)assemblagem de componentes que se estragam facilmente Desenhar os produtos para reparação facilitada on-site	Desenhar para a <i>desassemblagem</i> Desenhar para fácil limpeza e teste	Acessibilidade Desmontar e Remontar Permutabilidade Keying	- desmontagem - permutabilidade - encaixe - acessível
	Forma Construtiva		Equipar os produtos com sistemas de diagnóstico automático para avarias	Design Modular	Adaptabilidade Ergonomia Visibilidade de mau funcionamento Modularização Seleção do tratamento de superfície Embalamento Funcional Isolamento da falha	- modular - adaptável - ergonómica - diagnóstico
externo	Informação de Reparação	Empatia pelo reparador	Desenhar ferramentas de reparação, materiais e documentação complementar Equipar os produtos com sistemas de diagnóstico automático para avarias	Melhorar o labeling dos produtos	Identificação Visibilidade de mau funcionamento	- identificação - diagnóstico - documentação
	Peças		Desenhar ferramentas de reparação, materiais e documentação complementar			- empatia
	Ferramentas		Desenhar os produtos para reparação facilitada on-site			- acessível

2.2.3. Condicionantes que afetam o DfR

No que concerne às condicionantes, há bastante mais informação académica relevante. Isto acontece principalmente pelo estudo da obsolescência programada e das políticas de internalização de reparação e serviço pós-venda das várias marcas.

Contudo, visto o cariz desta dissertação ser de pesquisa para design, decidiu-se não elaborar extensivamente nos campos das ciências sociais, económicas e tecnológicas que afetam o desenvolvimento de produto com maior reparabilidade.

Dos autores analisados, o que discursa mais sobre estes constrangimentos é Derrick Mead. Para ele, todos os tipos de obsolescência²¹ são por si só um ponto fulcral de bloqueio ao DfR. Por um lado, a componente económica pesa bastante nas decisões das empresas, e produtores – isto é, muitas vezes os custos de produção são afetados por pequenas mudanças (por exemplo, colocar parafusos em vez de cola), e tendo um preço já definido à partida faz com que estas mudanças não sejam aceites e implementadas (Mead, 2015).

Ainda dentro do campo económico, a questão da obsolescência aparece pelo simples facto que os preços dos produtos, das peças sobresselentes e da reparação são construídos por forma a que seja mais compensatório para o cliente comprar um produto novo do que reparar o antigo – o que é vantajoso para o produtor (Mead, 2015).

Mas, já nos dias de hoje, a motivação do utilizador em querer efetivamente reparar um produto é algo que condiciona o próprio interesse em desenhar produtos mais reparáveis. Uma das causas levantadas é o tempo despendido a aguardar por um produto

²¹ Para tipos de obsolescência programada ver capítulo 1 Enquadramento Histórico da Parte I desta dissertação.

em reparação (den Hollander, 2018), e outra o custo da reparação, indexado ao custo da mão-de-obra (CRR, 2009; Vezzoli, 2018).

Como enuncia Vezzoli (2018, p. 143, [trad.pela autora]), (os custos de produção) “são normalmente proporcionais à complexidade e dificuldade de aceder aos componentes a ser reparados”.

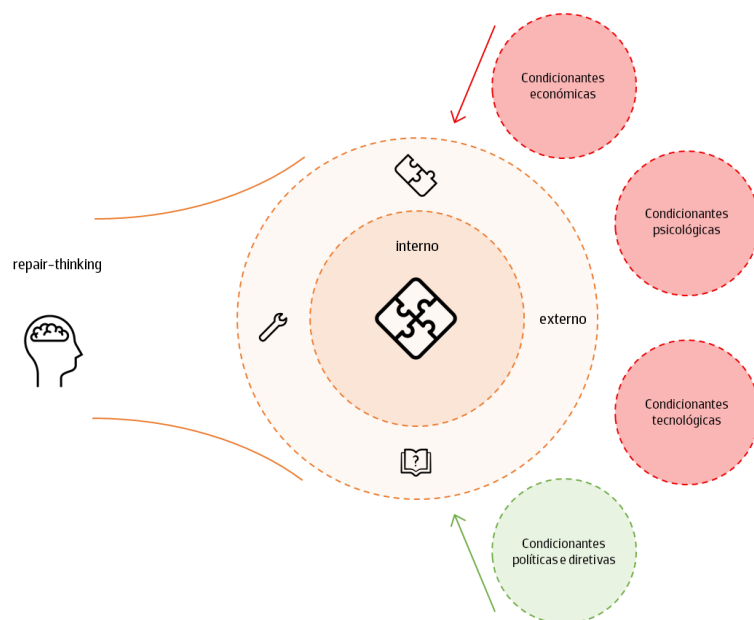
No entanto, mais que o custo e o tempo, outras condicionantes de cariz psicológico afetam o utilizador – como, por exemplo, sentir necessidade de substituir o equipamento quando avariado, porque há outro produto mais recente, mais avançado, mais popular, e que iria influir na perceção do indivíduo pela comunidade. Constrangimentos psicológicos não só afetam o utilizador, como o próprio designer. Por um lado têm dificuldade em assumir que o produto irá avariar, ter o já referido *repair-thinking*, e por outro lado, um dos entrevistados por Derrick Mead, ainda sugere que apesar da educação de design se basear nas necessidades dos utilizadores, no final o foco acaba por ser as vendas (Mead, 2015).

O último fator é o tecnológico. Aqui temos os avanços e inovação tecnológica que acabam por ser argumento contra desenhar produtos mais duráveis (e reparáveis), uma vez que a velocidade a que surgem inovações potencia o descarte. Ainda é necessário considerar a questão da segurança, em que os produtos têm que respeitar certas normas de segurança na sua construção, implicando que será mais blindado e menos acessível (Mead, 2015).

É de frisar que, no entanto, há fatores que influenciam positivamente o exercício do DfR – mais recentemente várias políticas e medidas têm sido tomadas por organizações públicas, como a União Europeia, para incentivar a produção de produtos duráveis e o uso de modelos de economia circular, onde se inclui a reparação (Harrabin, 2019; "Towards a Circular Economy" , 2018).

O próprio *Centre for Remanufacturing and Reuse* foi também uma dessas iniciativas, financiada pelo Governo do Reino Unido (CRR, 2018). Outro projeto, que durou mais de 4 anos, foi “*Designing for a circular economy: Lessons from The Great Recovery*” da Royal Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce do Reino Unido (RSA), que também apoiou a disseminação por parceiros industriais e designers de quatro *design directions*, sendo uma delas a de *design for durability* onde estava presente (não explicitamente) o conceito de DfR (RSA, 2016).

E ainda, mesmo ao nível de grandes empresas, algumas começam a ter como estratégia o desenvolvimento de produtos circulares e novos modelos de negócios. Um dos casos é o IKEA – retalhista de mobiliário, líder a nível mundial – que advoga práticas no sentido de estender o ciclo de vida dos seus produtos, dar-lhes novos usos e ainda incorporá-los através da reciclagem em produtos novos (Hullinger, 2016; IKEA Today, 2017; WWF, 2018). No que respeita à reparação, o desmontar já é considerado na sua mobília tendo em conta a necessidade de ser montada pelo cliente (na maioria das vezes), e poder ter que ser mudada de sítio variadas vezes.



Fonte: Autoria própria

Figura 6 - Condicionantes que afetam o DfR

Contudo, a empresa assegura disponibilidade de peças sobresselentes para qualquer reparação que seja necessária, mesmo já depois de o produto ser descontinuado (WWF, 2018).

O cenário parece estar a tender em direções mais positivas para um futuro próximo. Nesse sentido, pretende-se com este trabalho definir o que é Design for Repair, e como poderá ser incluído e aplicado no trabalho do designer.

3. PROPOSTA DE DEFINIÇÃO

Um dos objetivos desta tese é o de propor uma definição para o conceito de DfR. Com a análise das obras anteriormente referidas, pretendeu-se construir uma base de conhecimento, e organizá-la de forma a integrar três grandes blocos: definição de reparação, princípios de design, e condicionantes envolventes.

O propósito é conseguir propor uma aceção que inclua – o que é o DfR, quais os princípios que devem ser aplicados pelo designer, e em que ambiente é que este exercício se insere (numa perspetiva genérica).

3.1. O que é o DfR?

Os autores analisados divergem na sua análise do que é o DfR, considerando ser uma *design approach* (den Hollander, 2018), uma *guideline* (Vezzoli, 2018), ou uma combinação de *design techniques* (CRR, 2009).

Analisando as definições dos três termos (Cambridge English Dictionary, 2018a; Cambridge English Dictionary, 2018b; Cambridge English Dictionary, 2018c), não é possível identificar nenhuma correlação. No entanto, os três parecem assemelhar-se a momentos de um processo – a abordagem ao mesmo (a um problema, a uma maneira de fazer); a *guideline* que guia no desenvolvimento do processo; e *techniques* utilizadas nesse mesmo processo.

Assim, a autora gostaria de propor que o DfR é parte do processo de design – ou seja, aquando do processo de design e desenvolvimento de produto, o DfR afeta o mesmo diretamente.

Mais, sabemos que o DfR tem como propósito aumentar a reparabilidade desse produto. Assim, uma primeira proposta é:

**O DfR é parte do processo de desenvolvimento de produto,
e tem o objetivo de facilitar a sua reparação.**

Esta reparação é a atividade que permite adiar o final de vida do dado produto, acontece de forma esporádica e pode ter maior ou menor especialização técnica, dependendo do reparador (utilizador ou técnico).

3.2. Quais os princípios que devem ser aplicados pelo designer?

Para atingir o resultado – reparação facilitada – o designer tem que aplicar certos princípios, internos e externos à tangibilidade do produto. Os princípios internos afetam a organização dos componentes, as fixações e conectores e a forma construtiva. Os princípios externos aplicam-se às peças, ferramentas e informação de reparação. Estes incluem os seguintes conceitos-chave:

Identificação	Modular	Encaixe
Diagnóstico	Adaptável	Material
Documentação	Ergonómica	Standard
Empatia	Desassemblagem	Simples
Acessível	Permutabilidade	Durável

Quadro 8 - conceitos-chave da aplicação dos princípios de design

É também essencial que o designer tenha um *repair-thinking* inicial, para que a aplicação destes mesmos princípios concorde com a experiência do reparador.

3.3. Em que ambiente é que se insere o DfR?

O DfR é afetado negativamente por condicionantes de cariz económico, tecnológico e psicológico, que impactam tanto o designer, como o utilizador, o produtor, a empresa e o engenheiro. Positivamente é afetado por políticas e diretivas de organizações públicas e algumas empresas.

PARTE II PRODUTOS *DESIGNED FOR REPAIR*:
CASOS DE ESTUDO E CATEGORIZAÇÃO

1. PROPOSTA DE CATEGORIZAÇÃO DE PRODUTOS “DESIGNED FOR REPAIR”

1.1. Análise de modelos de categorização existentes no âmbito do DfR

Para conseguir avaliar produtos na sua componente de DfR – ou seja se são desenhados à partida para serem mais facilmente reparáveis, - foi necessário analisar modelos propostos que englobem algumas das questões fulcrais para o DfR. De início, a pesquisa centrou-se em exemplos de categorização de produtos pela sua reparabilidade ou facilidade de exercer reparação.

Um dos exemplos mais difundidos e conhecidos é o índice de reparabilidade do site iFixit (iFixit, 2017a). Este site inclui guias para reparar variados equipamentos elétricos e eletrónicos, disponíveis gratuitamente. Para cada guia, ou reparação, mostra uma avaliação relacionada com a dificuldade inerente, os passos necessários e o tempo que a reparação demorará. Estes guias podem ser produzidos pela equipa da iFixit ou por qualquer utilizador do website, contendo assim uma enorme contribuição da comunidade – que também avalia e corrige os guias. Esta plataforma, implementada em 2003 (iFixit, 2018d), tem como objetivo democratizar o acesso à informação e ferramentas de reparação (o site também oferece um *Marketplace* para venda de ferramentas especiais) tornando possível a reparação de eletrónica de consumo para os utilizadores interessados.

Um dos aspetos mais interessantes deste website é a abordagem holística que advoga, incentivando a comunidade a reparar mais, mas também a ser mais consciente aquando da escolha de um novo produto de eletrónica de consumo. Assim, para que o utilizador saiba se a sua compra é reparável, disponibilizam o índice de reparabilidade para computadores portáteis, tablets e smartphones em constante atualização. Este índice avalia numa escala de 1 a 10 quão fácil de desmontar e de reparar é determinado produto (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016). Este método baseia-se na experiência dos engenheiros da iFixit no processo de desmontar completamente um determinado produto, com a informação disponível e quantidade de peças requeridas e tempo dispendido (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016).

Existem quinze critérios que são avaliados no indicador da iFixit:

- (1) A informação e diagramas de reparação são incluídos no equipamento ou disponíveis gratuitamente na internet
- (2) Não inclui parafusos exclusivos, ou fixadores autodestrutivos (aquando da abertura do objeto)
- (3) A desmontagem não requer grande esforço
- (4) A bateria é facilmente removida (sem adesivo forte ou soldadura)
- (5) Sensação discricionária depois de desmontar o produto
- (6) Os componentes não estão embalados conjuntamente o que permite desmontar facilmente
- (7) O ecrã de LCD e o vidro são dois componentes separados (não fundidos)
- (8) Sem quantidades exageradas de adesivos para ligar os componentes internos
- (9) A desmontagem completa do equipamento dura menos de meia hora
- (10) Desmontar o objeto não requer aquecimento
- (11) Menos de três tipos diferentes de parafusos utilizados, o que reduz o custo de ferramentas
- (12) O uso de cabos (que podem facilmente deteriorar) é minimizado
- (13) O número total de parafusos é inferior a 30
- (14) Os componentes internos são modulares e não estão agrupados num só cabo
- (15) Os componentes mais críticos (ecrã e bateria) são substituídos facilmente

Flipsen, Bakker e van Bohemen, em 2016, fizeram uma análise a este índice como forma de estruturar o seu próprio índice de reparabilidade de aparelhos eletrónicos. Defenderam que o indicador da iFixit era passível de sofrer de influência de subjetividade, e para tal realizaram uma experiência empírica para determinar a concordância do mesmo com a avaliação feita por utilizadores reais, da área de design (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016). Dado um produto específico, cuja avaliação da iFixit era de 7 em 10, a amostragem de 25 indivíduos deu, em média, uma avaliação de 5,85, sendo que a distribuição de resultados é bastante dispersa (Flipsen, Bakker e van

Bohemen, 2016). Verificaram, ainda que apenas os vetores 10 e 13 foram avaliados de forma consistente, o que parece indicar que são os mais objetivos (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016). O facto de a média global ser menor que a avaliação dada pela equipa da iFixit pareceu-lhes ser um indicador que o índice de reparabilidade da iFixit estaria demasiado focado em conhecimento técnico e descartava os utilizadores mais regulares sem experiência.

Assim, os três investigadores, culminaram num modelo de avaliação de reparabilidade que inclui vinte indicadores de medição, e tem como objetivo ser aplicável para estes utilizadores não especialistas. Estes tópicos foram recolhidos com base em experiência empírica e análise de literatura e representam os parâmetros mais associados com facilidade de reparação (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016).

Por conseguinte, os indicadores identificados no seu trabalho são:

- (1) Identificação do Problema
 - (2) Existência de guia de reparação
 - (3) Problemas de garantia
 - (4) Conhecimento técnico
 - (5) Disponibilidade de Peças
 - (6) Custo das Peças
 - (7) Número de ferramentas necessárias
 - (8) Tipo de ferramentas necessárias
 - (9) Componentes críticos (que costumam avariar) estão mais acessíveis
 - (10) Ações de reparação necessárias
 - (11) Número de parafusos
 - (12) Remoção dos conectores
 - (13) Visibilidade dos parafusos e conectores
 - (14) Identificação dos componentes e peças
 - (15) Risco de acidente
 - (16) Problemas ambientais no final de vida
 - (17) Fragilidade ou robustez dos componentes
 - (18) Organização interna dos componentes
 - (19) Reparabilidade clara
 - (20) Estado após reparação
- (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016, p.9) [ver anexo 1 para guia de avaliação]

Os autores também afirmam que a abordagem deve ser sempre preferencialmente quantitativa (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016). Com base nestes vinte critérios, elaboram uma escala, em que 0 representa o estado negativo daquele mesmo tópico, 1 o estado neutro e 2 o estado positivo (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016)[ver anexo 1 para critérios de avaliação]. Desta forma a leitura da reparabilidade de qualquer objeto passa a ser universal.

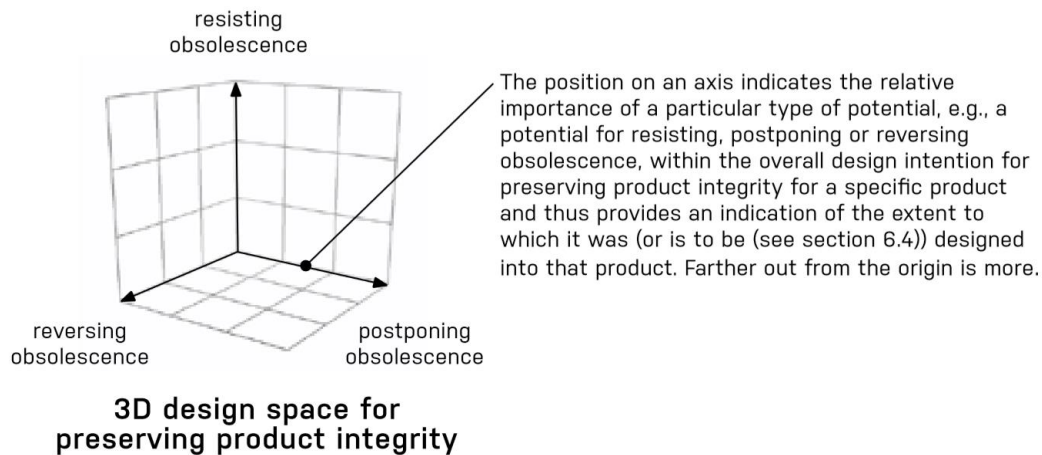
É de ressaltar que a principal intenção de Flipsen et al. é a de desenvolver um indicador de determinação de facilidade de reparação, no contexto de self-repair, ou seja, reparação levada a cabo pelo próprio utilizador, dado que faltam métodos disponíveis para ajudar a avaliar um conceito de design ou o seu expectável final de vida (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016).

Numa segunda fase de pesquisa, surgiu o modelo genérico presente na dissertação de doutoramento de Marcel den Hollander. Este modelo pretende analisar onde um determinado produto se enquadra no espaço tridimensional que caracteriza a tipologia “design for preserving product integrity”. Serve de base a produtos já existentes, mas também como ferramenta para mapear a intenção do designer no desenvolvimento de um novo produto (den Hollander, 2018).

Este espaço tridimensional resulta das três *design directions* que foram apresentadas no subcapítulo 2.1.5. da parte 1 - *Design for Repair conforme Marcel den Hollander*, - (1) Resistir a obsolescência: Abordagens de design para prolongar o uso; (2) Adiar a obsolescência: Abordagens de design para estender o uso; (3) Reverter a obsolescência: Abordagens de design para recuperar o produto.

Estas abordagens são apresentadas como eixos, nos quais os diversos produtos podem estar melhor ou pior posicionados. No caso específico do produto ser desenhado

para ser facilmente reparável, e por tal ser passível de ser entendido como *designed for repair*, deve apresentar uma forte orientação no sentido do eixo atribuído à direção de adiar a obsolescência (*postponing obsolescence*).



Fonte: (den Hollander, 2018, p.59)

Figura 7 - Modelo 3D da tipologia de Design for Preserving Product Integrity

É um modelo com bastante interesse, acima de tudo porque permite uma leitura global de várias ferramentas e justifica que o trabalho do designer seja global, e não apenas focado no DfR. No entanto, o seu carácter genérico torna difícil a avaliação sem que a mesma seja altamente subjetiva.

Na leitura e pesquisa científica foram encontradas outras metodologias de avaliação de reparabilidade ou *desassemblagem*. É o caso das certificações Blue Angel, Ecolabel e Nordic Label. Estas são de carácter qualitativo e definem requisitos a serem cumpridos para obtenção da certificação (Bracquené et al., 2018).

Outro método encontrado, do ramo de Engenharia, foi o U-effort que permite ter um índice por tipo de ligação, ou fixação, e representa o tempo de *desassemblagem* (Sodhi, Sonneberg & Das, 2014). Este é um modelo muito matemático e fechado às condicionantes externas (experiência do reparador, etc). Além do mais, os índices

disponíveis no artigo são escassos, e por tal torna-se inviável reproduzir para tipos de ligações não descritas.

Por fim, o último processo de avaliação é o eDIM, que é uma abordagem quantitativa, e que entra num detalhe apenas possível de concretizar com objetos físicos e testes (Bracquené et al., 2018).

1.2. Proposta de categorização e avaliação de produtos designed for repair

Relembrando a definição proposta de DfR na parte I desta dissertação, o mesmo é parte integrante do processo de design de um produto e tem como objetivo facilitar a sua futura reparação.

Reparação esta que pode ser feita pelo utilizador ou pelo especialista técnico. Dependendo do ator que efetua esse procedimento, o nível de reparabilidade muda. Isto é, uma reparação considerada fácil para o técnico, pode não o ser para o utilizador. Desse modo, a identificação de quem faz a reparação é o primeiro passo para categorizar produtos *designed for repair*.

O ideal seria após esta distinção ter um modelo que permitisse avaliar a reparabilidade para cada um dos possíveis intervenientes. No caso do utilizador final, existem os índices de reparabilidade apresentados no subcapítulo anterior, da iFixit e de Flipsen, Bakker e van Bohemen (2016). Ainda que este método de avaliação esteja formulado para objetos existentes, principalmente no caso do procedimento de Flipsen et al. é possível extrapolar para um objeto a ser desenvolvido.

Todos os pontos desta avaliação, são possíveis de relacionar com a reparação feita por um técnico especializado, uma vez que tocam exatamente nos mesmos critérios que

seriam necessários com os princípios de cariz interno e externo ao produto. A sugestão da autora seria que num desenvolvimento futuro, este método fosse adaptado e testado com técnicos para confirmação do seu funcionamento.

Todavia, os casos de estudo que serão apresentados nesta parte são desenhados para ser reparados pelo utilizador final, pelo que é possível fazer uso do indicador já desenvolvido (Flipsen, Bakker e van Bohemen, 2016). Foi decidido juntar este indicador com as tipologias de princípios de DfR identificadas previamente. O resultado foi que dos 20 indicadores, 12 representam princípios internos ao produto – sendo que desses 5 estão atribuídos à forma construtiva, 4 às fixações e conectores e 3 à escolha de componentes. Por sua vez dos 8 externos, 4 representam a informação de reparação, 2 as peças e 2 as ferramentas.

Interno	Forma Construtiva	5	1. Identificação do Problema 10. Ações de reparação necessárias 18. Organização interna dos componentes 19. Reparabilidade clara 20. Estado após reparação
	Fixações e conectores	4	9. Componentes críticos (que costumam avariar) estão mais acessíveis 11. Número de parafusos 12. Remoção dos conectores- 13. Visibilidade dos parafusos e conectores
	Escolha de Componentes	3	15. Risco de acidente 16. Problemas ambientais no final de vida 17. Fragilidade ou robustez dos componentes
Externo	Informação de Reparação	4	2. Existência de guia de reparação 3. Problemas de garantia 4. Conhecimento técnico 14. Identificação dos componentes e peças
	Peças	2	5. Disponibilidade de Peças 6. Custo das Peças
	Ferramentas	2	7. Número de ferramentas necessárias 8. Tipo de ferramentas necessárias

Fonte: autoria própria

Quadro 9 - Correlação entre os 20 critérios de reparabilidade e as 6 tipologias de princípios de DfR

Como já referido, este método de avaliação recorre a valores entre 0 a 2 para cada indicador – que correspondem a negativo, neutro e positivo no cumprimento desses mesmos indicadores.

Sendo o objetivo deste trabalho académico explorar os produtos que irão ser desenhados com atenção à sua reparabilidade, decidiu-se que a proposta de categorização iria integrar uma abordagem mais genérica e em forma de *guideline*. Assumiu-se que o ponto de partida – o *repair thinking* já estaria incluído à partida, uma vez que o processo de design teria em vista a reparabilidade do objeto. Por sua vez, para cada caso-de-estudo são caracterizadas as condicionantes macro, e é dada uma avaliação segundo o indicador acima descrito.

2. CASOS DE ESTUDO E RESPECTIVA CLASSIFICAÇÃO

2.1. Caso de estudo: smartphone Fairphone 2

No que concerne ao DfR, há um produto que se destaca pela forma como foi desenhado para ser facilmente reparado pelo utilizador, um telemóvel – o Fairphone 2. É um dos exemplos que capta a essência do DfR, uma vez que foi concebido por forma a assegurar não só uma montagem e desmontagem simplificadas, como também uma fácil acessibilidade a peças (neste caso, módulos) de substituição, assim como manuais e vídeos explicativos para cada procedimento.



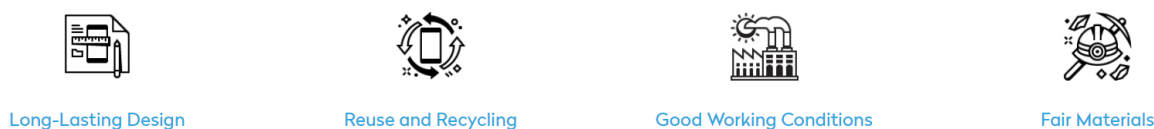
Fonte: (imagem retirada do url: <https://www.fairphone.com/en/>; acedido em 06/05/2018)

Figura 8 - Imagem institucional do Fairphone 2

A empresa social Fairphone, oriunda da Holanda, foi criada com o intuito de tornar a eletrónica de consumo mais sustentável, reduzindo o impacto ambiental e social causado pela produção de telemóveis. Lançaram o Fairphone 1 – primeiro modelo de telemóvel comercializado pela empresa – em novembro de 2013, o qual já era produzido com garantia “conflict-free”²² de fornecimento de estanho e tântalo (Fairphone, 2017).

²² Expressão inglesa utilizada para descrever metais pesados ou outros produtos que não são extraídos em regiões afetadas por conflitos armados, nem são negociados ilicitamente para financiar os combates. [tradução livre da autora da definição do Google Translate, acedido a dia 06/05/2018 às 20h]

Mas, foi com o Fairphone 2 que conseguiram criar um dispositivo quase totalmente *circular*²³. Na sua conceção, a Fairphone teve como objetivos garantir: um Design Duradouro, a possibilidade de Reutilização e Reciclagem, Boas condições de trabalho na produção, e o uso de Materiais sustentáveis (Fairphone, 2018).



Fonte: (imagem retirada do url: <https://www.fairphone.com/en/our-goals/?ref=header>; acessido a 05/05/2018)

Figura 9 - Os quatro objetivos da empresa Fairphone na conceção do Fairphone 2

São exatamente o primeiro e segundo objetivos que contribuem para a necessidade de desenhar o Fairphone 2 para ser reparado. Ambicionando garantir um Design Duradouro, a empresa holandesa decidiu desenhar o telemóvel de forma modular, para que qualquer utilizador o possa reparar, e dessa forma estender o período de vida útil do mesmo. Também, assegurou que o software do aparelho fosse “open source”²⁴, para que vários melhoramentos e modificações fossem desenvolvidos pela comunidade, e conseqüentemente aumentassem a usabilidade do equipamento. Este software de código aberto, também permite garantir mais atualizações que impactam na segurança dos clientes ao usar o Fairphone 2.

Com o segundo objetivo – Reutilização e Reciclagem – a empresa montou uma cadeia de fornecimento que permite disponibilizar as peças ao utilizador final, para que o mesmo possa realizar uma reparação. Por outro lado, o cliente é também convidado a enviar a peça avariada de volta, para que seja recondicionada e possa voltar a entrar na cadeia de valor. Quando não há mais solução para o equipamento, procede-se então à

²³ [Produto] circular é aquele cujo processo de produção, utilização, e descarte se apresenta de forma cíclica. É o objetivo máximo da Economia Circular. [definição da autora]

²⁴ Expressão inglesa para código aberto; diz-se do software que pode ser livremente alterado, modificado ou melhorado por qualquer utilizador – permitindo que o mesmo software seja trabalho em comunidade. [definição da autora]

reciclagem, tentando recuperar a maioria dos componentes ou materiais presentes no mesmo.

Observando do ponto de vista do utilizador, numa qualquer reparação do equipamento, a jornada do cliente encontra-se muito simplificada. Isto é, quando se apercebe que algo não funciona como deveria, consegue encontrar no website da marca, um simulador que permite facilmente encontrar o módulo que causa o problema. É possível encomendar logo diretamente a peça em questão. E, de seguida, a reparação encontra-se explicada em vários suportes como vídeo, ou textual.

É esta simplicidade que permitiu ao Fairphone 2 obter um 10, a pontuação máxima, no índice de reparabilidade do site iFixit. A classificação é dada da seguinte forma:

“Um dispositivo com uma pontuação perfeita será relativamente barato de reparar porque é fácil de desmontar e tem um manual de serviço disponível. Pontos são atribuídos com base na dificuldade de abrir o dispositivo, os tipos de fixadores encontrados dentro e a complexidade envolvida na substituição dos componentes principais. Damos pontos por possibilidade de fazer upgrade, uso de ferramentas de manutenção não-patenteadas e modularidade dos componentes.”(iFixit, 2018)

De notar, que o telemóvel “designed for repair” é o único com pontuação máxima de entre os vários analisados – por exemplo, todos os modelos de iPhone e smartphones da Samsung que foram submetidos ao teste (iFixit, 2018b). Tal deve-se ao facto de cada pormenor estar delineado para uma reparação facilitada pelo utilizador final, mas também para o reacondicionamento simplificado de cada módulo.

2.1.1 Design Modular

O design modular é, sem dúvida, o ponto que mais impacta na reparabilidade do equipamento. O Fairphone 2 é constituído por um módulo core que aglomera o processador, a antena rádio e a memória, e mais cinco módulos satélites. Nas costas do

dispositivo, encontra-se uma capa flexível, que protege os componentes de sujidade e danos, mas que pode ser retirada sem usar qualquer ferramenta.



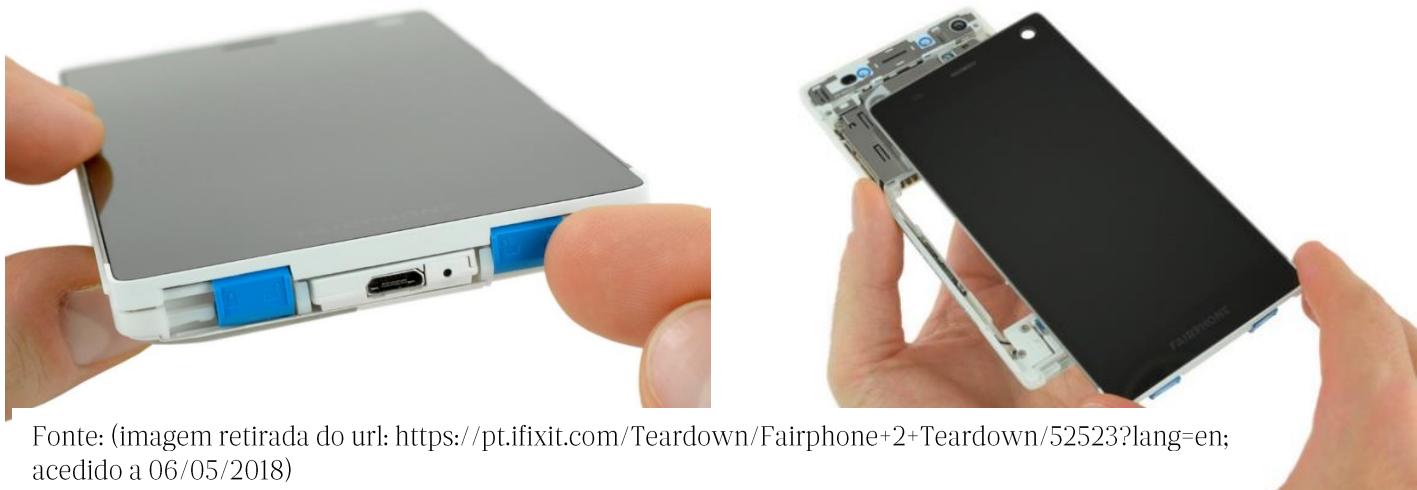
Fonte: (imagem retirada do url: <https://pt.ifixit.com/Teardown/Fairphone+2+Teardown/52523?lang=en>; acessido a 06/05/2018)

Figura 10 - Retirar capa do Fairphone 2 e interior do mesmo

Ao retirar esta capa, podemos logo retirar a bateria, da mesma forma que se retirava dos telemóveis analógicos do início do século. Ao incluir conectores de mola, permite uma *desassemblagem* e montagem bastante fáceis, e assegura a durabilidade da conexão, mesmo que seja utilizada massivamente.

Contudo, o ponto forte da reparabilidade do Fairphone 2 está na troca do ecrã. Esta é uma das reparações mais habituais nos smartphones, e que em grande parte das vezes é conduzida por técnicos especialistas, devido à dificuldade de abertura do equipamento, acesso ao componente, e à necessidade de posterior calibração do ecrã.

Neste equipamento, basta empurrar as clipagens azuis (visíveis nas figuras 1 e 2) e deslizar o ecrã para o retirar. Contudo, um aviso escrito na bateria, remete para a necessidade de a tirar antes de desprender o ecrã.



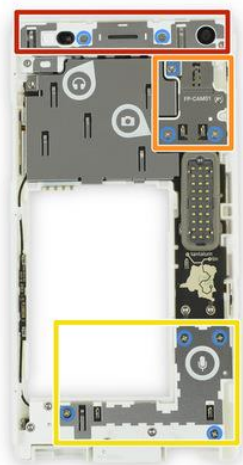
Fonte: (imagem retirada do url: <https://pt.ifixit.com/Teardown/Fairphone+2+Teardown/52523?lang=en>; acessado a 06/05/2018)

Figura 11 - Clipagem do ecrã e desprendimento do mesmo

Para colocar um novo, é apenas necessário encaixá-lo no módulo, voltar a bloquear as clipagens, e as conexões ao core ficam asseguradas. De acordo, com o vídeo exemplificativo todo o procedimento demora menos de um minuto e meio, algo impensável para os smartphones atuais (Fairphone, 2016).

Dando o exemplo do Iphone X – o mais recente modelo da Apple, - segundo o website iFixit, a substituição de ecrã deste smartphone, realizada pelo utilizador final, demora entre uma a duas horas, e é necessária a utilização de pelo menos oito ferramentas.(iFixit, 2018c) Por sua vez, a reparação de *display*²⁵ do Samsung Galaxy 8, também demora até duas horas, sendo considerado um procedimento difícil (iFixit, 2017c).

²⁵ Expressão inglesa que significa ecrã – no caso específico dos smartphones quando se utiliza display ou ecrã engloba o conjunto ecrã LCD/LED mais o vidro que o protege. Há alguns modelos de smartphones que permitem apenas a troca do vidro – o que diminui o valor da peça de reparação, mas aumenta os riscos de má calibração, contaminação com impurezas e poeira, e mesmo riscos para quem executa o procedimento. [definição da investigadora]



- 1 Módulo de áudio ou de topo
- 2 Módulo da câmara
- 3 Módulo do microfone ou de baixo

Fonte: (imagem retirada do url:
<https://pt.ifixit.com/Teardown/Fairphone+2+Teardown/52523?lang=en>; acedido em 06/05/2018)

Figura 12 - Módulos satélite traseiros do Fairphone 2

Para desprender os restantes três módulos – áudio (1); câmara (2) e microfone (3) já é necessária uma chave de parafusos *Phillips*, que é uma ferramenta universal, e estandardizada. Ainda assim, com um máximo de quatro parafusos por unidade é fácil para um utilizador inexperiente proceder à troca dos mesmos.

No sentido de permitir um aperfeiçoamento da câmara, foram lançados em setembro de 2017 dois módulos melhorados, para as câmaras traseira e dianteira, com melhor resolução e *flash* duplo. Ainda que o *upgrade* não seja diretamente uma reparação, é uma ação que beneficia pelo DR implementado no produto original e que motiva o cliente a manter durante mais tempo o seu equipamento, contribuindo para a extensão do ciclo de vida.

É referido no artigo “How modularity of electronic functions can lead to longer product lifetimes” de Nissen et al (2017) que:

“(…) vale a pena repensar os conceitos dos produtos na ótica da economia circular, usando a modularidade para melhorar a reparação, os aperfeiçoamentos técnicos e, em geral, melhorar a personalização [do equipamento] para que acompanhe as necessidades em constante mudança, na cadeia de propriedade [do mesmo].”.

O design modular do Fairphone 2 apresenta exatamente essa capacidade de acompanhar as necessidades do utilizador, não sendo um produto estanque, mas que se reinventa com atualizações de software e upgrades, e que se customiza com a mudança da capa exterior (que é possível adquirir em várias cores). Por sua vez, a capacidade de reparação facilitada e pelas mãos do proprietário, permite uma maior apropriação ao objeto contribuindo para a sua manutenção e durabilidade.

2.1.2. Fácil desmontagem

Como forma de garantir uma desmontagem facilitada – e a montagem posterior – o telemóvel sustentável apresenta diversas formas de fixação e conexão que não comprometem os componentes internos, e que funcionam por mecanismos na sua maioria.

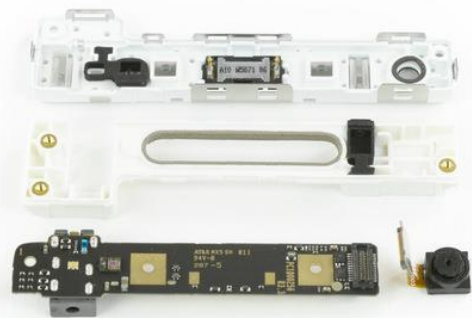
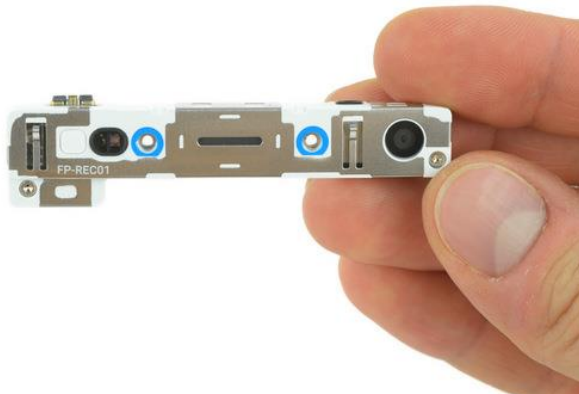
Tal como no Fairphone 2, é tido em conta que o cliente final só efetue reparações que sejam trocas de módulos, e por tal, os mecanismos utilizados nesse primeiro nível de tecnicidade são bastante simplificados. A capa exterior – que é tanto um constituinte como uma fixação – protege os componentes externos de sujidades, quedas e outros danos. Como é flexível permite aceder facilmente e sem qualquer ferramenta à parte eletrónica do equipamento. Por sua vez, na bateria e com os restantes módulos eletrónicos foram utilizados conectores de mola, bastante resistentes e que não recorrem a fios elétricos facilmente danificáveis.

Os outros restantes mecanismos utilizados são os parafusos compatíveis com a chave de parafusos *phillips* e as clipagens. As clipagens azuis utilizadas para destrancar o ecrã, são de deslize e possuem uma posição bloqueada e outra desbloqueada. Há ainda outras clipagens mais simples de encaixe, para assegurar a posição do ecrã, mas que estão dependentes do bloqueio das azuis e, portanto, dificilmente incorrem em risco de partir.

Se para o utilizador final é extremamente fácil substituir um módulo, para um utilizador mais experiente também está simplificada a reparação ao componente. Este tipo de reparação consiste na substituição de um componente eletrónico específico num módulo – por exemplo, no caso do módulo de topo, temos elementos de áudio como a coluna, e elementos de fotografia como a câmara frontal.

Na proposta de valor da Fairphone, é bastante relevante garantir um fluxo circular de materiais e peças, pelo que não faria sentido desperdiçar um módulo completo sempre que o mesmo apresentasse uma avaria. Assim, quando é enviada uma peça de substituição é pedida a peça avariada de volta para que seja reacondicionada e volte a integrar a cadeia de consumo.

Obviamente, que pode dar-se o caso de o módulo se apresentar inviável. Nesse sentido, os designers do telemóvel foram metuculosos na colocação e conexão de cada componente no bloco, para que sejam facilmente separados e recuperados, reparados ou reciclados.



Fonte: (imagem retirada do url : <https://pt.ifixit.com/Teardown/Fairphone+2+Teardown/52523?lang=en>; acedido em 06/05/2018)

Figura 123 - Módulo de Topo completo e separado por componentes

Analisando o caso específico do módulo de topo, este (tal como os restantes) pode ser aberto recorrendo a uma chave de *Torx*. Esta já é mais incomum que a *Phillips*, para

assegurar que o utilizador inexperiente não consegue aceder facilmente aos componentes internos.²⁶

Ao abri-lo verifica-se que a parte eletrónica se encontrava acondicionada numa estrutura de plástico e metal (figura 4). Esta carcaça externa permite o isolamento dos constituintes abonando a favor da sua durabilidade. Internamente apenas a entrada para os auriculares aparece soldada à placa de circuito impresso (PCB), o que acontece apenas com componentes que necessitam de maior estabilidade. A coluna está fixa com conectores de mola, e a câmara frontal com um conector em formato de banda flexível.

O tipo de conexões mantém-se similar no módulo de baixo e de câmara. Estes encaixes apresentam uma maior durabilidade face às fixações comumente utilizadas na eletrónica de consumo: adesivos, soldas, colas, fios/capilares elétricos, rebites e clipagens por pressão. Mas acima de tudo, permitem a montagem e *desmontagem* com o mínimo de esforço.

2.1.3. Acessibilidade a manuais e peças

Por último, a Fairphone garantiu a acessibilidade a conteúdos que permitem aos clientes proceder às reparações e upgrades dos seus equipamentos. No site da empresa social, no site da iFixit e no Youtube é possível encontrar vídeos e documentos com as várias demonstrações.

Contudo, o mais interessante na abordagem à reparabilidade do objeto encontra-se nas legendas inscritas nos módulos internos, e na forma como é fácil compreender a estrutura interna e desmontar o smartphone.

O design aplicado é intuitivo para o cliente. Primariamente, a inscrição na bateria alerta logo o utilizador para que retire a mesma. De seguida, as clipagens azuis apresentam as gravações de trancado e destrancado. Face à forma dos clips é fácil

²⁶ A garantia legal, que no caso do Fairphone é de dois anos, não permite o acesso aos componentes por parte do utilizador. Caso haja acesso, a garantia é perdida e quaisquer custos de reparação ou substituição durante o período ficam ao encargo do Cliente.

entender como deslizar e desencaixar o ecrã. E por fim, todos os módulos eletrónicos aparecem sinalizados com os constituintes macro.

Ainda, a empresa holandesa, assegurou disponibilidade de peças para o Cliente final, através do website, para que tal não seja um impedimento à reparação do equipamento.

2.1.4. O produto *designed for repair*

Tendo como base o exemplo do Fairphone 2, é possível identificar as dimensões a considerar no desenvolvimento de produto que permitem diretamente desenhá-lo para ser facilmente reparável. A análise detalhada do Fairphone 2 enquanto produto *designed for repair* começa na página seguinte.

Como primeira dimensão, temos a Forma Construtiva– neste caso em específico a Fairphone optou por uma modularização do objeto. Ainda que a solução possa não passar pelo design modular, a forma de construção do produto impacta diretamente com a sua reparação. Por exemplo, componentes que sofram maior desgaste devem ser posicionados de forma a serem rapidamente acessíveis. E o próprio produto deve ter soluções, no que toca à escolha de componentes, que seja pelo material, ou pela estrutura, diminuam a degradação natural.

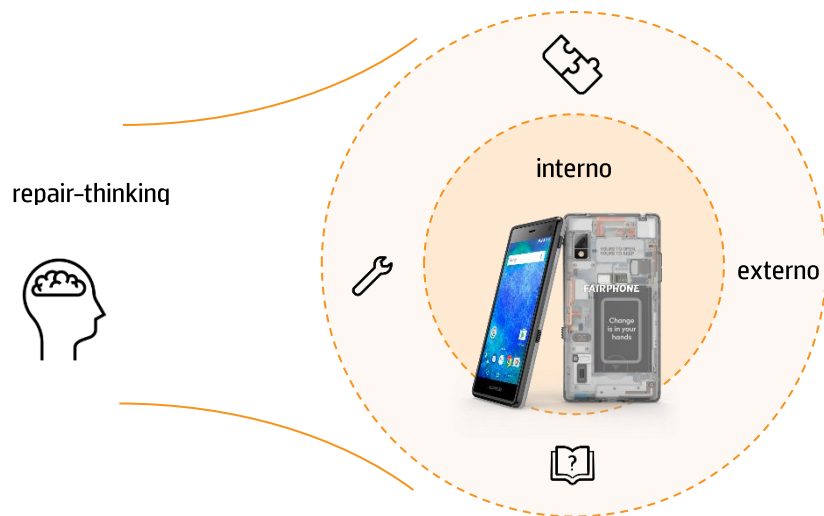
Por sua vez, as fixações são relevantes no desmontar e montar do equipamento para conseguir proceder ao conserto. Fixações por cola, adesivo, pressão ou rebites que têm que ser destruídas para que se possa aceder ao interior do equipamento, são altamente contraproducentes. Outras, como parafusos específicos à marca (necessitam de chave específica), e clipagens apenas libertadas com ferramentas próprias, limitam a reparação aos especialistas técnicos aprovados pelo fabricante (R. Fortunato, comunicação pessoal, 2017). Escolher as fixações corretas pode diminuir substancialmente o tempo, custo e riscos da reparação. Sem dúvida que, os mecanismos presentes no smartphone sustentável contribuem largamente para a reparabilidade do mesmo.

As peças, no exemplo dado, são disponibilizadas pela Fairphone no seu website. A acessibilidade às mesmas é crucial para poder efetuar a maior parte das reparações. Contudo, uma forma de facilitar o conserto, pode também passar pela utilização de peças e ferramentas estandardizadas, e disponíveis no mercado.

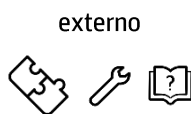
A final, temos a informação de reparação. Para o telemóvel apresentado, há abundância de conteúdos criados para ajudar no procedimento de arranjo. No entanto, o design de comunicação aplicado nas partes constituintes torna intuitiva a *desassemblagem* do dispositivo, reduzindo a necessidade de instruções.

FAIRPHONE 2 ANÁLISE DO PRODUCTO DESIGNED FOR REPAIR

REPARABILIDADE PRINCÍPIOS DE DESIGN



escolha de componentes: duráveis, conflict-free, sustentáveis
fixações e conectores: standard e que proporcionam excelente experiência
forma construtiva: sistema modular e adaptável; muito acessível



informação de reparação: acessível, open-source
peças: disponíveis no website
ferramentas: poucas ferramentas e simples

CONDICIONANTES

Condicionantes económicas

Preço do Fairphone é ligeiramente mais elevado que os smartphones da concorrência com características semelhantes

Condicionantes tecnológicas

Produtores de componentes controlam a verdadeira durabilidade do produto; inovação tecnológica pode ser mais rápida e disruptiva do que o esperado

Condicionantes psicológicas

Os utilizadores podem sentir necessidade, por pressão da comunidade, modas e outros de mudar de smartphone, corrompendo o objetivo de longa durabilidade

Condicionantes políticas e diretivas

Apoiado por iniciativas europeias e holandesas

REPARABILIDADE AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS

Fairphone 2 Repairability		-	0	+
interno	Forma Construtiva	1. Identificação do Problema	1	
		10. Ações de reparação necessárias	1	
		18. Organização interna dos componentes	2	
		19. Reparabilidade clara	2	
		20. Estado após reparação	2	
	Fixações e conectores	9. Componentes críticos estão mais acessíveis	2	
		11. Número de parafusos	1	
		12. Remoção dos conectores	2	
		13. Visibilidade dos parafusos e conectores	2	
		Escolha de Componentes	15. Risco de acidente	2
16. Problemas ambientais no final de vida	1			
17. Fragilidade ou robustez dos componentes	2			
externo	Informação de Reparação	2. Existência de guia de reparação	2	
		3. Problemas de garantia	2	
		4. Conhecimento técnico	2	
		14. Identificação dos componentes e peças	2	
	Peças	5. Disponibilidade de Peças	2	
		6. Custo das Peças	2	
	Ferramentas	7. Número de ferramentas necessárias	1	
		8. Tipo de ferramentas necessárias	1	
Total		34	85%	

Transversalmente, ainda se coloca a distinção entre qual o utilizador que irá efetuar a reparação: o cliente ou o especialista técnico. Este fator diferencia a solução dentro das seis dimensões: Forma Construtiva, Escolha de Componentes, Fixações e Conectores, Peças, Ferramentas e Informação de Reparação.

Este smartphone tem uma avaliação final no índice de reparabilidade de Flipsen, Bakker, e van Bohemen (2016) de 85%, não tendo nenhum factor que afecte negativamente a pontuação (consultar anexo 1 para maior detalhe).

2.2. Caso de estudo: aspirador Dyson V6



Fonte: (<https://www.dysoncanada.ca/en/sticks/dyson-v6-overview.html>)

Figura 13 - Dyson V6

No final dos anos setenta, James Dyson, frustrado pela fraca sucção do melhor aspirador do mercado e movido pela ideia que a sucção por efeito ciclónico usada em âmbito industrial poderia ser aplicada aos aspiradores domésticos, começou a prototipar o que viria a ser o precursor dos famosos aspiradores Dyson (Dickson, 2016).

Como é apresentado no artigo do The Guardian, “How we made the Dyson vacuum cleaner” (Dickson, 2016), os aspiradores da época eram pouco efetivos e

requeriam que o utilizador estivesse constantemente a adquirir os consumíveis (sacos) para que funcionassem satisfatoriamente (Dickson, 2016). Este modelo de negócio, pode dizer-se que assumia um fator de obsolescência programada, não com o próprio aspirador, mas criando um consumo contínuo com os sacos.

Assim, os aspiradores Dyson – os primeiros sem saco, e com uma sucção eficaz, ganharam mercado e dispersão mundial entre meados dos anos oitenta até aos dias de hoje (Dickson, 2016). O modelo em questão que é analisado neste caso de estudo é o aspirador vertical V6. Este aspirador apresenta mais de dez tipologias diferentes, dependentes do tipo de sucção e função pretendida. Mas, todos apresentam um funcionamento semelhante ao nível da facilidade de reparação.

2.2.1. Design Modular

Paralelamente ao Fairphone 2, os aspiradores da Dyson também se pode considerar que apresentam um design e forma construtiva mais modular. O que é de salientar nestes aspiradores é que têm uma estrutura macro simples constituída por um módulo core onde estão inseridos o motor e a cápsula que armazena o pó, por um tubo de sucção, uma estação de suporte e ligação à energia elétrica e, por fim, as cabeças ou escovas com diferentes formas.



Fonte: (Transformer un Dyson V6 Trigger en Dyson V6, 2017)

Figura 14 - Componentes e Módulos do Aspirador Vertical Dyson V6

É discutível que esta simplicidade não seja o resultado de ser um aparelho elétrico cuja principal ação é de cariz mecânico. Ainda assim, nem sempre a simplicidade da função é acompanhada por um design simples.

Dentro da parte core do aspirador, foram inseridos mecanismos que permitem tornar as ações de manutenção mais simples. Assim apenas com um clique é possível abrir o compartimento onde fica acumulado o pó, e despejá-lo sem lhe tocar. Como outra ação de manutenção, é também relativamente fácil trocar a escova do aspirador.

2.2.2. Fácil desmontagem

Observando os vários guias presentes no site iFixit para a reparação e desmontagem deste aspirador, é possível reparar que todos os guias, excetuando o número (4), apresentam o nível de dificuldade mais baixo. Ou seja, é extremamente fácil fazer as (poucas) ações possíveis de reparação e manutenção.

Apenas existem cinco guias disponíveis (iFixit, 2018a):

- (1) Mudança da escova – manutenção
- (2) Limpeza do contentor de pó – manutenção
- (3) Desmontagem do tubo – manutenção ou reparação
- (4) Mudança da peça que contém a escova – reparação
- (5) Desmontagem do motor – reparação

Considerando o exercício de desmontagem mais complicado – classificado como moderado pela iFixit (iFixit, 2017b), é possível reconhecer que diferentes tipos de mecanismos e conexões são utilizados. Em primeiro lugar, existem botões no próprio equipamento que permitem que algumas peças sejam desconectadas. Outro tipo de mecanismos, são ranhuras que com uma moeda ou outra ferramenta semelhante permitem ser desaparafusadas. Tanto um método como o outro são simples, não necessitam de conhecimento específico e já permitem libertar a boca do cabo, e retirar a escova.

Para continuar a separar os dois componentes da boca do aspirador é necessário desatarraxar o bloqueio de segurança usando também uma moeda (iFixit, 2017b). Após este passo então será necessário desaparafusar os primeiros três parafusos – uma ação que já necessita de ferramenta própria, mas ainda relativamente simples, e possível de ser realizada por um utilizador menos experiente.



Fonte: (Dyson V6 Motorhead Upper Housing and Brush Bar Housing Replacement, 2017)

Figura 15 - Primeiros dois passos na reparação da cápsula na boca do aspirador Dyson V6

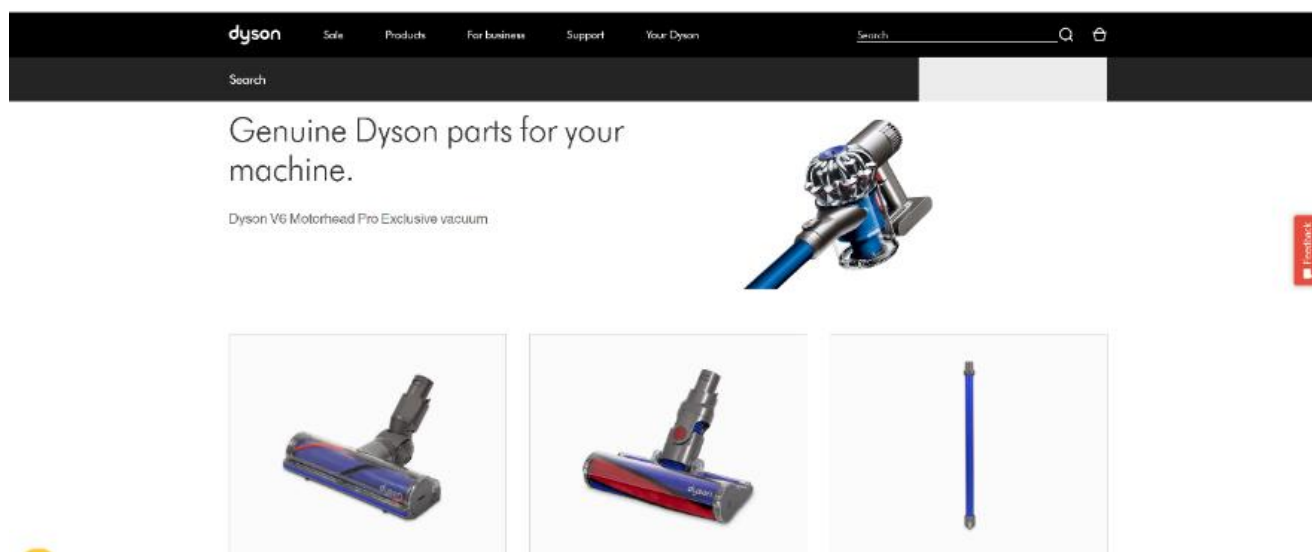
Depois de retirar a patilha plástica superior, são desaparafusados mais dois parafusos e, finalmente, é possível separar os componentes de ligação (pretos) e a cápsula onde entra a escova. Caso esta esteja danificada, pode ser facilmente substituída.

É de notar que ao longo dos cinco guias foram apenas identificados quatro tipos diferentes de fixações e conectores – parafusos de torque (da mesma medida); mecanismos com botões e encaixes; encaixes de segurança abertos com moeda e encaixes de segurança abertos com uma pinça. Esta facilidade, e necessidade apenas de ferramentas *standard*, faz com que o utilizador do aparelho tenha a autonomia para reparar as avarias e exercer atividades de manutenção no mesmo.

2.2.3. Acessibilidade a manuais e peças

Mas, tal só é possível porque a Dyson disponibiliza o acesso às peças para os seus diversos produtos de forma simplificada. No seu website providenciam um *marketplace* de peças, onde rapidamente através de escolha em árvore é possível encontrar a peça desejada, e encomendá-la (Dyson, 2018). Curiosamente, têm ofertas de módulos inteiros – por exemplo, a boca mais a escova, - e também dos componentes individuais – escova, campânula, etc.

Ainda providenciam uma página dedicada ao diagnóstico rápido da avaria, os manuais de utilizador, vídeos sobre ações de manutenção e venda de acessórios e peças para *upgrade* da máquina.



Fonte: (Dyson, 2018)

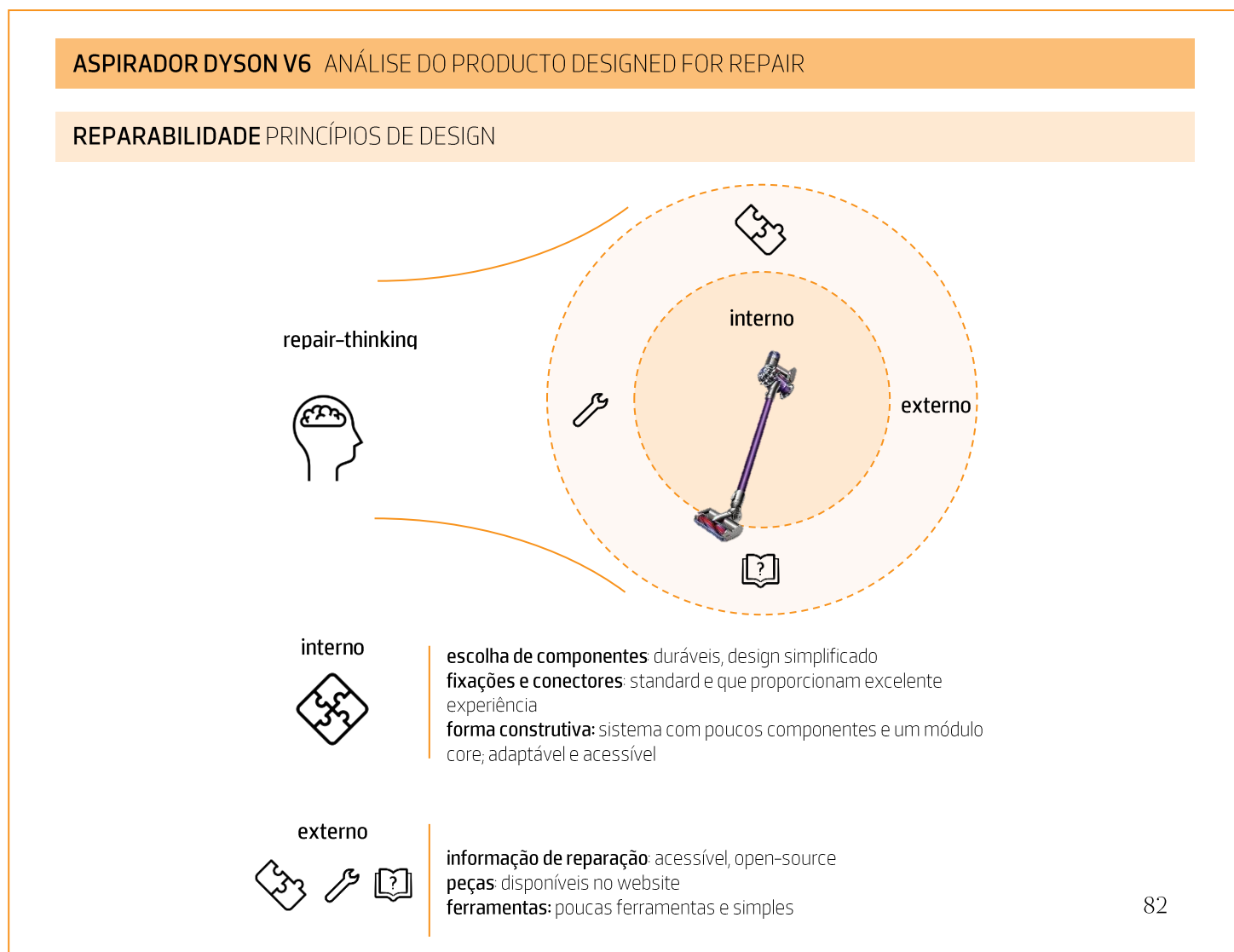
Figura 16 - *marketplace* de peças de substituição para reparação do aspirador Dyson V6

2.2.4. O produto *designed for repair*

De forma semelhante ao caso de estudo anterior – Fairphone 2 – o Dyson V6 apresenta várias características que o tornam um produto projetado de forma a facilitar a sua reparação futura, como se pode observar na análise presente abaixo e na página seguinte.

Contudo é importante ressaltar que a Dyson é uma marca que vende eletrodomésticos num segmento de mercado elevado, ou seja, os seus produtos são considerados de alta qualidade e têm um preço elevado. Nesse sentido, a nível de preço o acréscimo pela procura de soluções que melhorem a reparabilidade do produto pode não ser sentida como negativa pelo consumidor.

Por final, o Dyson V6 consegue uma pontuação de 78% no indicador de Flipsen, Bakker e van Bohemen (2016), tendo apenas como pontos negativos a quantidade de parafusos e a garantia legal do produto.



CONDICIONANTES

Condicionantes económicas

Dyson é uma marca de excelência pelo que o preço de custo pode ser mais elevado (para melhorar modularidade, p.e.)

Condicionantes tecnológicas

Produtores de componentes controlam a verdadeira durabilidade do produto

Condicionantes psicológicas

Os utilizadores podem sentir necessidade, por pressão da comunidade, modas e outros de mudar de aspirador ou não reparar quando avaria.

Condicionantes políticas e diretivas

Apoiado por iniciativas europeias (Ecolabel)

REPARABILIDADE AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS

Dyson V6 Repairability		-	0	+		
Forma Construtiva	1. Identificação do Problema		1			
	10. Ações de reparação necessárias			2		
	18. Organização interna dos componentes			2		
	19. Reparabilidade clara			2		
	20. Estado após reparação			2		
	interno	9. Componentes críticos estão mais acessíveis			2	
		Fixações e conectores	11. Número de parafusos	0		
			12. Remoção dos conectores			2
			13. Visibilidade dos parafusos e conectores		1	
	Escolha de Componentes	15. Risco de acidente			2	
16. Problemas ambientais no final de vida			1			
17. Fragilidade ou robustez dos componentes				2		
externo	Informação de Reparação	2. Existência de guia de reparação		2		
		3. Problemas de garantia	0			
		4. Conhecimento técnico		2		
		14. Identificação dos componentes e peças		2		
	Peças	5. Disponibilidade de Peças			2	
6. Custo das Peças				2		
Ferramentas	7. Número de ferramentas necessárias		1			
	8. Tipo de ferramentas necessárias		1			
Total			31	78%		

PARTE III QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO

1. CASOS REAIS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

1.1. Miguel Perdigoto | o desenvolvimento de produtos de marca própria na Worten

Como motivação a esta dissertação e pesquisa sobre a temática do *Design for Repair*, esteve desde o início o trabalho da autora na Worten – empresa retalhista especializada no ramo da eletrónica de consumo e eletrodomésticos.

A Worten, empresa do grupo SONAE, que já conta com mais de 20 anos, começou com o negócio de retalho não-alimentar, utilizando a proximidade da rede de supermercados e hipermercados Continente e Modelo. Esta proximidade permitiu uma expansão rápida e concertada ao longo dos anos, a nível nacional, sendo que a partir de 2009 a empresa passou a ter lojas *stand-alone* em Espanha (Worten, 2018).

Como estratégia de diferenciação face à concorrência, a Worten começou por criar o seu próprio serviço de assistência técnica e promover uma melhor experiência de Cliente ao assegurar todo o processo após avaria de um produto, sem obrigar o Cliente a contactar a marca, técnicos e reparadores.

Também, tem como outro vetor de diferenciação a produção e venda de artigos de marca própria que complementam a oferta das marcas representadas pelo retalhista. As marcas próprias procuram ter o preço mais competitivo dentro de um determinado segmento – por exemplo enquanto que a Kunft vende eletrodomésticos de baixo valor e com as características mínimas necessárias, a Becken está alinhada com as novas tendências de mercado, oferecendo o melhor preço para a nova tecnologia.

É de referir que, num processo fechado, os produtos de marca própria têm a sua garantia legal e pós-venda assegurado pela direção de Serviço Pós-venda da Worten. Com o intuito de compreender o processo de desenvolvimento de produtos da marca

própria, a autora reuniu com Miguel Perdigoto, responsável pelo desenvolvimento de produtos de marca própria nas categorias de pequenos eletrodomésticos²⁷.

Assim, foi possível compreender que todo o desenvolvimento de produtos é feito em colaboração com fornecedores chineses. Do lado da empresa não existem designers, a escolha do novo produto recai sobre protótipos já existentes nos vários fornecedores, cabendo à equipa de desenvolvimento de produto acertar os componentes gráficos a constar na superfície do produto, embalagem, preço de custo, quantidades e ajustes técnicos que sejam necessários.

O ponto mais relevante neste processo é a garantia de qualidade do produto. Esta garantia é medida através de parâmetros específicos, alguns deles presentes em regulações europeias. E apenas recai sobre o funcionamento e uso regular do produto.

Em nenhum momento do processo existem preocupações sobre a reparação dos ditos objetos. Todas as mudanças técnicas pedidas aos fornecedores são devido a ineficiências no uso corrente.

De total interesse para esta investigação foi compreender que (1) neste processo de desenvolvimento de produtos para marcas disponíveis para consumidores ibéricos, não existem designers envolvidos do lado da Worten, e que os possíveis designers do lado dos fornecedores nunca são visíveis para a empresa interessada; e que (2) não são consideradas nenhuma mudança que facilitem o trabalho do reparador – e que, conseqüentemente, a Worten é a entidade que se responsabiliza pela reparação.

Ao longo do período na Worten foi fácil compreender que apesar da grande disponibilidade de peças, que permitia uma mais fácil reparação dos artigos de marca própria, o seu interior ainda tinha muitos pontos de otimização – por exemplo, substituir fixadores com cola, em vez de parafusos ou outro sistema mecânico; e plásticos fracos que facilmente se danificam.

²⁷ Pequenos eletrodomésticos são p.e.: torradeiras, aspiradores, liquidificadores, entre outros de pequenas dimensões que o Cliente consiga transportar para casa por si próprio e que não seja necessária a instalação por um especialista técnico.

1.2. Daniel Caramelo | o desenvolvimento de eletrónica de consumo

De forma a compreender o processo de um designer na idealização de um novo produto, a autora entrevistou informalmente o designer Daniel Caramelo. A sua experiência e portfólio no desenvolvimento de produtos elétricos e eletrónicos, assim como produtos de produção em massa, revelou ser ideal para incidir na temática do DfR.

Nesse sentido, em abril de 2018, a entrevista começou por inquirir a perceção de DfR do designer, e se alguma medida já era tomada nos seus projetos para facilitar a futura reparação.

Inicialmente, o designer mostrou-se desconhecedor do conceito, mas durante a entrevista foi possível verificar que algumas ações já eram tomadas no seu trabalho. Ficou claro que, no geral, os briefings recebidos não incluem preocupações de sustentabilidade ou reparação. As preocupações que influenciam a forma construtiva prendem-se apenas com a procura pela descida de custos de produção.

Aqui foi interessante perceber que a tentativa de otimizar a linha de produção dos objetos eletrónicos, já começa a resultar em modularização do aparelho. Os módulos são constituídos por conjuntos de componentes, pré-asseblados, e são conectados dentro do equipamento por ligações em vez de soldadura. Daniel referiu que, aliás, a soldadura está cada vez mais em desuso no que toca a conectar componentes eletrónicos. Por sua vez, as ligações servem o propósito de ligar e desligar facilmente os módulos, e de proceder a atualizações de *firmware*²⁸.

Outro tema levantado é a questão da garantia dos produtos. O designer elaborou que devido à mesma o cliente não deve ser capaz de interferir com a estrutura interna dos equipamentos (principalmente durante o período em que está ativa), e que, por tal, os designers e outros profissionais no desenvolvimento de produto têm tornado os

²⁸ *Firmware* é um software para placas eletrónicas – incluídas em qualquer dispositivo eletrónico – que permite assegurar a segurança da mesma. Especialmente importante se o dispositivo tiver ligação à internet.

produtos invioláveis. Isto tem sido conseguido com a inserção de clipagens e parafusos customizados²⁹ que requerem o uso de ferramentas especiais.

Concluiu que havia o objetivo de tornar mais difícil a reparação para o cliente (principalmente através da dificuldade em abrir o equipamento), mas que raramente sentia a preocupação por parte da empresa – que compra o projeto – de tornar a reparação mais fácil para os técnicos no pós-venda. Referiu que esse poderia ser um ponto fulcral, se tivesse acesso aos relatórios de manutenção, ou aos testemunhos dos reparadores, pois assim seria possível melhorar o design. Esse foi o caso de uma das máquinas de café que desenhou para a Delta, na qual a segunda versão já tinha uma organização diferente no interior para que fosse mais fácil reparar o módulo que avariava mais recorrentemente – e tal, foi conseguido, através de um acesso mais direto a essa peça.

Quando questionado sobre se já tinha desenvolvido um produto propositadamente para facilitar a reparação ou para sofrer upgrades ao longo da sua vida, respondeu afirmativamente que já tinham tido essa ideia, inclusive para uma máquina de café, e que tinham tido outro projeto cujo briefing era claro em permitir a fácil reparação do objeto. Neste caso, o equipamento pretendido – um router para telecomunicações e televisão – estava assente num modelo de negócio diferente dos restantes produtos referidos na entrevista. A empresa, uma operadora de telecomunicações, pretendia reutilizar equipamentos de clientes que cessavam o contrato. Assim, mesmo que a caixa exterior estivesse danificada, se o interior (módulos eletrónicos) estivesse em boas condições seria inserido numa nova caixa, etiquetado e fornecido a um novo cliente. É de notar que este router não era vendido ao cliente, mas sim alugado, ou até mesmo emprestado para suportar a venda do serviço de telecomunicação. Desta forma, não era relevante que o equipamento fosse novo, e também não pertencia ao Cliente final.

²⁹ Parafusos customizados – em inglês *proprietary screws*, - são todos aqueles que têm que ser desaparafusados com ferramentas próprias, não standardizadas. Dependem, normalmente, de marca para marca e por vezes até de produto para produto.

Contrariamente, no caso das máquinas de café que já produziu, para o Continente e para a Delta, Daniel Caramelo comentou que muitas vezes a marca optava por substituir o artigo ao cliente em vez de repará-lo. Tal acontece, porque o custo de mão-de-obra é muitas vezes extremamente elevado em comparação com o baixo custo de um artigo novo.

Destes dois casos, surgiu a discussão sobre o potencial de venda de artigos reparados ou em segunda mão em Portugal, e concluímos que o apelo ao novo ainda é muito forte. O designer defende que o fator preço é fulminante para o cliente português (mas também para o de muitas outras nacionalidades), e que os retalhistas e outras empresas produtoras para poderem beneficiar da escolha quanto ao preço optam por reduzir qualidade, custos e promover a troca de produto o mais recorrentemente possível, criando uma situação de obsolescência programada.

Mesmo a capacidade de o utilizador reparar o seu próprio equipamento suscitou algumas dúvidas, porque por um lado Daniel Caramelo sente que já está incutido na mentalidade dos utilizadores que os objetos não têm reparação – simplesmente, substitui-se por um novo. Mas que, por outro lado, comparando com o caso especial das bicicletas, há apenas um pequeno número de objetos com os quais sentimos a necessidade de os manter e reparar, como se fosse uma condição para os possuir. Com a bicicleta há quase sempre uma proximidade e ligação emocional que alavanca esta preocupação com manter.

Ao longo de toda a conversa, foi muitas vezes referido que os designers, talvez por oposição a outros profissionais envolvidos no desenvolvimento de produto, são incutidos de uma urgência em resolver problemas de vários atores ao mesmo tempo – cliente, empresa, utilizador. “O designer tem que salvaguardar os interesses de toda a gente” (D. Caramelo, comunicação pessoal, 23 abril 2018).

1.3. Miquel Ballester | o desenvolvimento do Fairphone 2

A fim de compreender como é o desenvolvimento de um produto designed for repair demonstrou-se ser fulcral contactar a Fairphone³⁰. Duas entrevistas foram conduzidas em 2017, uma a Sylvain Mignot e outra a Miquel Ballester.

Ballester, designer de formação, fez parte da equipa fundadora da Fairphone e é neste momento o *Resource Efficiency Manager* da empresa. Esta entrevista foi a que conteve maior conteúdo de interesse para a presente discussão.

Logo de início, Miquel referiu que a Fairphone tinha mais recentemente assumido o papel de empresa de carácter social. O seu principal propósito é inspirar à mudança no que toca à produção e vida de equipamentos de eletrónica de consumo. Enquanto que pretendem alavancar medidas sustentáveis nos produtores e grandes empresas ligadas ao desenvolvimento de produtos eletrónicos, não são pela sua pequena escala considerados uma empresa concorrente. A sua atividade depende, portanto, de consumidores éticos que adquirem os Fairphone (1 e 2).

Sabendo que o Fairphone 2 tem quatro vetores ligados à sustentabilidade na sua conceção – apresentar um “Design Duradouro”, a possibilidade de “Reutilização e Reciclagem”, “Boas condições de trabalho na produção”, e o “uso de Materiais sustentáveis” (Fairphone, 2018), - o foco foi, no entanto, o de explorar a reparabilidade do equipamento.

Neste campo, Ballester referiu que em breve iriam lançar uma novidade – um upgrade para o módulo da câmara – permitindo aos utilizadores melhorar o seu equipamento e torná-lo mais avançado. Ainda que não esteja diretamente relacionado com a reparação, este lançamento coloca ênfase na preocupação em estender ao máximo a vida útil do smartphone, assim como as possibilidades tecnológicas inerentes à modularização.

³⁰ Ver capítulo 2.1 da Parte II desta dissertação

Como conversámos posteriormente, a modularização é um tema-chave: é bastante complexo conseguir produzir módulos melhorados para uma estrutura já existente, uma vez que a tecnologia está sempre a avançar e muitas vezes os novos componentes não têm exatamente a mesma forma, tamanho ou ligações.

Contudo, o maior problema que o desenvolvimento de um produto *long-lasting* atravessa é a dependência dos produtores de peças ou *Original Equipment Manufacturers* (OEM). Na realidade, Miquel elaborou em específico sobre o caso dos processadores. Sendo estes, o core de qualquer produto eletrónico, são a parte que têm que tentar prolongar a vida por mais tempo. Mas, a produção destes componentes está limitada a um número de produtores que produzem não só para a Fairphone, mas também para outras empresas como a LG, por exemplo.

Ao ter o controlo sobre a produção, são esses OEM's que definem o tempo de vida útil do processador, não obedecendo a nenhuma regra, ou planeamento a priori. Tal acontece porque o componente necessita de atualizações de *software* e *firmware* regulares que são produzidas pelo OEM. Quando não lhe compensa continuar a prestar suporte, acaba por definir a obsolescência de milhares de smartphones no mundo.

Aprofundando então no desenvolvimento do Fairphone 2, na sua componente de DfR, Miquel referiu que aquando do lançamento do Fairphone 1 queriam concretizar um smartphone transparente a nível da sua produção e impacto ambiental e societal. Por ser o primeiro equipamento a nascer de uma start-up e numa fase muito inicial ainda não incluía tudo aquilo que queriam de um smartphone eticamente responsável e sustentável.

Mas quando se lançaram no segundo smartphone, o Fairphone 2, já tinham decidido dar o poder ao utilizador para o reparar sem esforço, e diminuindo custo monetário e para o ambiente. Sabendo que queriam desenvolver um smartphone totalmente possível de reparar por um utilizador não muito experiente, e de estrutura modular, levaram a cabo uma parceria com um estúdio de design que, através de extensa

pesquisa de experiência de utilizador, e em colaboração estrita com a equipa de engenharia e os produtores de componentes, conseguiu elaborar o Fairphone 2.

Têm noção que ainda não é o produto perfeito, mas tem, sem dúvida, alterado o panorama da eletrónica de consumo. Como constatou, foram os primeiros a conseguir comercializar um smartphone ético, modular e fácil de reparar.

Por fim, quando questionado sobre a posição dos consumidores em relação ao Fairphone, surgiram duas respostas. Por um lado, demonstram imenso apoio, e têm sido a causa do reconhecimento da marca. A nível da reparabilidade a nota máxima no site iFixit é um feito muito positivo. Por outro, Miquel sente que as necessidades dos utilizadores, no que concerne aos smartphones, não muda tão rápido quanto trocamos de telemóvel, assim que a satisfação dos donos de um Fairphone também seja elevada.

2. APLICABILIDADE DO DESIGN FOR REPAIR AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Poderá o Design for Repair ser uma nova ferramenta no Desenvolvimento de Produto?

Como mote inicial a esta dissertação, foi estabelecida a pergunta se o DfR poderá fazer parte do repertório de ferramentas utilizadas, em especial pelos designers, no desenvolvimento de novos produtos.

Retomando o último capítulo, sobre casos reais de desenvolvimento de produto é possível compreender que a utilização atual e direta do DfR é bastante limitada. Na realidade, na procura por casos de estudo para esta dissertação foi difícil encontrar exemplos de objetos cuja produção fosse de carácter industrial e cuja proliferação nos determinados mercados fosse considerável.

Contudo, nos dois primeiros casos apresentados é possível identificar a lacuna e oportunidade de inserção de uma maior componente a nível de extensão do ciclo de vida dos produtos, e neste caso de reparação facilitada. No que concerne ao desenvolvimento de produtos na Worten, mesmo do ponto de vista do negócio, há uma clara necessidade na reparabilidade dos produtos de marca própria. Mais não seja, tendo a estrutura as competências de reparação e desenvolvimento de produto “sob o mesmo tecto” é imprescindível criar as sinergias necessárias para desenhar produtos mais reparáveis e mais circulares. Por exemplo, tornar as partes mais críticas mais acessíveis permite diminuir o tempo de intervenção do técnico e reparar mais que substituir equipamentos.

No caso de Daniel Caramelo, a situação é mais complicada, pois a decisão é tomada maioritariamente pela empresa que contrata o projeto de design. No entanto, como o designer referiu, a partilha de relatórios de manutenção ou reparação e uma ligação mais direta com os reparadores dos produtos desenvolvidos pode antecipar soluções a favor de facilitar o trabalho técnico.

Ainda é possível verificar, pelo exemplo do router, que é possível aplicar DfR, e ser apetecível para as empresas, se o modelo de negócio não for o de retalho apenas. Transformar os produtos em serviços pode influir no sucesso da prática de DfR.

No decorrer desta tese, foram descritas também condicionantes que impactam a aplicação do DfR. Algumas delas, inerentes principalmente aos interesses corporativos, afetam negativamente o desenvolvimento de produto e a possibilidade de aliar o mesmo a uma maior reparabilidade. Não obstante, observa-se uma crescente consciencialização da comunidade e aparecimento de iniciativas por parte de organizações públicas, sociedades e empresas que podem impulsionar o DfR, num futuro próximo.

Assim sendo, e assumindo uma posição com algum teor subjetivo imbuído, a autora defende que o DfR pode e deve começar a constar do portfólio de ferramentas do designer no desenvolvimento de novos produtos. O *Repair-Thinking* deve assim ser uma preocupação de partida que permite desenhar objetos mais circulares e com visão empática para com os eventuais reparadores – sejam utilizadores finais ou especialistas técnicos.

CONCLUSÃO O FUTURO DO *DESIGN FOR REPAIR*

Ao longo da presente dissertação, foi apresentada uma sucessão lógica de conteúdos que permitem estabelecer uma base de conhecimento sobre o tema – *Design for Repair*. Foi possível através de extensa pesquisa, compreender o contexto em que se inserem a reparação e o DfR, e, por conseguinte, delinear uma proposta de definição.

Tratando-se de um conceito, houve a necessidade de explorar mais intrinsecamente a base teórica, tendo existido, todavia, algumas dificuldades na identificação de fontes académicas e científicas com conhecimento explícito sobre o tema. Ainda, dadas as limitações do projeto em si, é possível observar três lacunas, a necessidade de: um maior número de casos-de-estudo, ou exemplos onde o DfR seja aplicado, inclusive fora do âmbito da eletrónica de consumo; pesquisa mais densa nos constrangimentos que advogam contrariamente à aplicação do DfR; assim como, maior pesquisa nas motivações dos utilizadores em reparar produtos que sejam *designed for repair*.

A autora identifica que esta dissertação constitui assim uma base de conhecimento para estudos futuros, com maior aprofundamento. Com base na literatura e entrevistas realizadas é possível identificar algumas vias de crescimento para o tema. A primeira prende-se com o paralelismo entre o design e o modelo de negócio, caso explorado por Marcel den Hollander na sua dissertação de doutoramento. O investigador holandês, enuncia que para gerir a obsolescência - enquadrado na sua metodologia de *design for managing obsolescence*, - tanto têm que ser asseguradas as *design approaches* como o modelo de negócio subjacente.

É também possível elaborar na categoria de produtos abrangidos pelo DfR. Os dois únicos casos de estudo são objetos pequenos, de eletrónica de consumo. Será relevante alargar o âmbito de pesquisa a diferentes produtos, em especial, objetos de maiores dimensões, com utilização mais intensiva ou maior custo inicial (por exemplo, impressoras semiprofissionais, ou automóveis).

A título de conclusão deste trabalho, é de referir que o DfR é uma noção com espaço para crescimento na comunidade de Design Industrial. As preocupações ambientais e em especial o interesse na Economia Circular, e as suas estratégias, definem o tempo presente como o mais propício a introduzir mudanças na forma de projetar.

Por mais simples que possa ser a aceção de DfR – uma ferramenta no processo de desenvolvimento do produto, cujo objetivo é aumentar a sua reparabilidade – são as pequenas, e aparentemente simples, mudanças que o caracterizam que permitem estender a vida e uso do objeto. Sendo parte integrante do primeiro *loop* da economia circular, é uma das formas mais fáceis de conferir circularidade, de influenciar o comportamento sustentável do utilizador e garantir a extensão do ciclo de vida.

Finalmente, é de salientar que o DfR é raramente percecionado de forma independente pelo que o designer deve considerar o design circular como um todo – demonstrando várias preocupações com a sustentabilidade do que idealiza e produz. Assim, a autora ambiciona igualmente contribuir para o crescimento do estudo de estratégias de design circular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Portuguesa de Proteção da Natureza [QUERCUS]. (s.d.). *O que são os gases fluorados*. Disponível em: <https://www.quercus.pt/estudos-grupo-energia-alteracoes-climaticas/809-alteracoes-climaticas/estudos/gases-fluorados/4767-o-que-sao-os-gases-fluorados> [Consultado a 16 janeiro 2019]

Autodesk. (s.d.). *About Company*. Disponível em: <https://www.autodesk.com/company> [Consultado a 15 junho 2017].

Autodesk Sustainability Workshop. (2015). *How to Design for Repair and Upgrade*, [vídeo-online]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YFGgm0TiY1s> [Consultado a 15 junho 2017].

Barnatt, C. (2017). *Design for Repair*. Disponível em: http://www.explainingthefuture.com/design_for_repair.html [Consultado a 14 junho 2017].

Bracquené, E., Brusselaers, J., Dams, Y., Peeters, J., De Schepper, K., Duflou, J. e Dewulf, W. (2018). *Repairability Criteria for Energy Related Products*. Disponível em: http://www.benelux.int/files/7915/2896/0920/FINAL_Report_Benelux.pdf. [Consultado a 18 outubro 2018].

Braungart, M. & McDonough, W. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, 1ª edição. New York: North Point Press.

Business Dictionary (2018). *What Is Green Design? Definition and Meaning*. Disponível em: <http://www.businessdictionary.com/definition/green-design.html> [Consultado a 18 outubro 2018].

Cambridge English Dictionary. (2018a). *Approach (Significado)*. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/approach> [Consultado a 11 outubro 2018].

Cambridge English Dictionary. (2018b). *Guideline (Significado)*. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/guideline> [Consultado a 11 outubro 2018].

Cambridge English Dictionary. (2018c). *Technique (Significado)*. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/technique> [Consultado a 11 outubro 2018].

Cooper, T. (2004). *Inadequate Life? Evidence of Consumer Attitudes to Product Obsolescence*. Journal of Consumer Policy.

Cooper, T. (2010). *The Significance of Product Longevity, in Longer Lasting Products: Alternatives to the Throwaway Society*. Inglaterra: Gower Publishing Limited, pp.3–36.

CRR. (2009). *Thought Leadership: A Description of the Design for End-of-Life Process*. Disponível em: <http://www.remanufacturing.org.uk/centre-for-remanufacturing.php> [Consultado a 7 outubro 2018].

Den Hollander, M. (2018). *Design for Managing Obsolescence: A Design Methodology for Preserving Product Integrity in a Circular Economy*. (Dissertação de Doutorado, TU Delft) [disponibilizada pelo autor]

Department of Energy. (2018) *Maintaining Your Air Conditioner*. Disponível em: <https://www.energy.gov/energysaver/maintaining-your-air-conditioner> [Consultado a 10 outubro 2018].

Dickson, A. (2016). *How We Made the Dyson Vacuum Cleaner*. The Guardian. Disponível em: <https://www.theguardian.com/culture/2016/may/24/interview-james-dyson-vacuum-cleaner> [Consultado a 9 outubro 2018].

Dyson (2018). *Search*. Disponível em: <https://www.dyson.com/support/journey/replacement-parts/search.html> [Consultado a 10 outubro 2018].

Ellen MacArthur Foundation. (2017). *What Is a Circular Economy?* Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept> [Consultado a 7 junho 2017].

Fairphone. (2016). *Fairphone 2: How to Replace the Screen*, [vídeo-online]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?time_continue=87&v=hsop-mMIMZk [Consultado a 7 maio 2018].

Fairphone. (2017). *Fact Sheet*. Disponível em: https://www.fairphone.com/wp-content/uploads/2018/04/Fact_sheet_web_2018.pdf [Consultado a 6 maio 2018].

Fairphone (2018). *Our Goals*. Disponível em: <https://www.fairphone.com/en/our-goals/> [Consultado a 7 maio 2018].

Fifield, B. & Medkova, K. (2016). *Circular Design - Design for Circular Economy*.

Flipsen, B., Bakker, C. & van Bohemen, G. (2016). Developing a Reparability Indicator for Electronic Products. *Electronics Goes Green 2016+*, Berlim, Alemanha, 7 setembro 2016. [artigo apresentado em conferência].

Fuad-Luke, A. (2009). *The Eco-Design Handbook*. 3ª edição. London: Thames & Hudson. ISBN: 9780500288399.

Hadhazy, A. (2016). *Here's the Truth about the 'Planned Obsolescence' of Tech*. BBC Future. Disponível em: <http://www.bbc.com/future/story/20160612-heres-the-truth-about-the-planned-obsolence-of-tech> [Consultado a 15 junho 2017].

Harrabin, R. (2019). *Climate change: 'Right to repair' gathers force*. BBC News. Disponível em: https://www.bbc.com/news/science-environment-46797396?fbclid=IwAR15ir6-9vukdCsJPKkd5Fi5xAg_0vRU47d1Ob_3DtoB5pHV3I5vUo8aITs [Consultado a 14 janeiro 2019]

Hullinger, J. (2016). *Ikea Wants You To Stop Throwing Away Your Ikea Furniture*. Fast Company. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/3055971/ikea-wants-you-to-stop-throwing-away-your-ikea-furniture> [Consultado a 11 October 2018].

iFixit. (2017a). *About iFixit*. Disponível em: <https://www.ifixit.com/Info/index> [Consultado a 16 junho 2017].

iFixit. (2017b). *Dyson V6 Motorhead Upper Housing and Brush Bar Housing Replacement*. Disponível em: <https://www.ifixit.com/Guide/Dyson+V6+Motorhead+Upper+Housing+and+Brush+Bar+Housing+Replacement/76773> [Consultado a 9 outubro 2018].

iFixit. (2017c). *Samsung Galaxy S8 Screen Replacement*. Disponível em: <https://www.ifixit.com/Guide/Samsung+Galaxy+S8+Screen+Replacement/92339> [Consultado a 7 maio 2018].

iFixit. (2018a). *Dyson V6 Motorhead Repair*. Disponível em: https://www.ifixit.com/Device/Dyson_V6_Motorhead [Consultado a 9 outubro 2018].

iFixit. (2018b). *Qualificação de Reparação de Smartphones*, iFixit, Disponível em: <https://pt.ifixit.com/smartphone-repairability> [Consultado a 7 maio 2018].

IFixit (2018c). *iPhone X Display Assembly Replacement*. Disponível em: <https://www.ifixit.com/Guide/iPhone+X+Display+Assembly+Replacement/102423> [Consultado a 7 maio 2018].

IFixit (2018d). *Where We Are Coming From*. Disponível em: <https://www.ifixit.com/Info/background> [Consultado a 9 outubro 2018].

IKEA Today. (2017). *Being Smarter by Being Circular*. Disponível em: <http://ikea.today/being-smarter-being-circular/> [Consultado a 7 abril 2017].

Levison, S. (2015). *Light Bulb Average Rated Life Time Hours*. The Lightbulb Co. Disponível em: https://www.thelightbulb.co.uk/resources/light_bulb_average_rated_life_time_hours/ [Consultado a 23 setembro 2018].

Lockton, D. (s.d.) *Design and Imaginaries*. Disponível em: <http://danlockton.com/> [Consultado a 8 outubro 2018].

Lockton, D. (2013). *Design for Repair: Empowering Consumers to Fix the Future*. The Guardian. Disponível em: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/design-repair-empowering-consumers-fix-future>. [Consultado a 13 abril 2017]

Lockton, D., Terzioğlu, N. G. & Brass, C. (2015). Understanding User Motivations and Drawbacks Related to Product Repair, *Sustainable Innovation 2015: 'State of Art' Sustainable Innovation and Design*, Surrey, Reino Unido, novembro 2015. [artigo apresentado em conferência].

Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A. & Eshetu Birkie, S. (2017). *Circular economy as an essentially contested concept*. *Journal of Cleaner Production*, 175 (2018), 544-552. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>

Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppälä, J. (2017). *Circular Economy: The Concept and its Limitations*. *Ecological Economics*, 143 (2018), 37–46. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

Mead, D. (2015). *Design for Repair: Things Can Be Fixed*, DesignFile.

Nissen N.F., Schischke K., Proske M., Ballester M. & Lang K.D. (2017). How Modularity of Electronics Can Lead to Longer Product Lifetimes em Bakker C., Mugge R. (Eds.). *Product Lifetimes And The Environment 2017 - Conference Proceedings*. ISBN: 978-1-61499-820-4.

Papanek, V. (2000). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*, 2ª edição. London: Thames & Hudson.

RSA. (2016). *Designing for a Circular Economy: Lessons from The Great Recovery 2012-2016*, RSA Action and Research Centre. ISBN: 978-0-901469-85-4.

Slade, G. (2007). *Made to Break: Technology and Obsolescence in America*, 1ª edição. United States of America: Harvard University Press.

Worten (2018). *Sobre a Worten | História e Cronologia Em Worten.Pt.*. Disponível em: <https://www.worten.pt/sobre-worten> [consultado a 11 outubro 2018].

Sodhi, R., Sonneberg, M. & Das, S. (2014). *Evaluating the Unfastening Effort in Design for Disassembly and Serviceability*, *Journal of Engineering Design*, 15(1), pp.69–90.

The Circular Design Guide. (2018). Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com/> [Consultado a 18 outubro 2018].

Towards a Circular Economy. (2018). Disponível em:
https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_en [Consultado a 11 outubro 2018].

Van Nes, N. & Cramer, J. (2005). *Influencing Product Lifetime Through Product Design*. Business Strategy and the Environment. (14).

Vezzoli, C. (2018). *Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products*, 2ª edição. London: Springer-Verlag.

WWF (2018). *IKEA focuses on sustainable designs and recyclable materials*. Disponível em:
<http://www.wwf.se/ikea/show.php?id=1733609> [Consultado a 11 outubro 2018].

ANEXO 1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO INDICADOR DE REPARABILIDADE
PROPOSTO POR FLIPSEN, BAKKER E VANBOHEMEN (2016)

#	Criteria	Negative (0)	Neutral (1)	Positive (2)
1.	Identification of the problem	Causes of failure can only be established using <u>specialized measuring equipment</u> . *No troubleshooting information is available. Not taking into account obvious failures, like a broken screen.	Cause of failure can be established <u>after some searching</u> . *For instance through troubleshooting guides or online discussion sites. Not taking into account obvious failures, like a broken screen.	Cause of failure can easily be established because of the design of the product. *In some cases, the product may have fault detection software. Not taking into account obvious failures, like a broken screen.
2.	Availability of a repair guide	A repair guide is <u>not available</u> or cannot be found online.	A repair guide or troubleshoot information is available online on <u>third party</u> websites.	A repair guide is offered by <u>the manufacturer</u> in print or online. *This is a clear and complete repair guide or trouble-shoot information.
3.	Warranty issues	Self-repair will <u>void the warranty</u> . *This is sometimes made explicit through labels inside the product, or is not mentioned at all.	There is <u>no warranty</u> , so no warranty issues are present.	<u>No warranty issues</u> after opening the product.
4.	Technical knowledge	<u>Specialized repair skills</u> are needed to fix this product. *For example one need to know how to solder.	<u>Average repair skills</u> are needed to fix this product. These can be easily obtained, for instance through <u>online tutorials</u> .	<u>Basic repair skills</u> suffice. For example, one need to know how to hold a screwdriver.
5.	Availability of spare parts	Spare parts are <u>not available</u> for this product. *At least not findable within 15 minutes.	Spare parts <u>limited available</u> for this product. **They are of questionable quality or compatibility, but findable within 15 minutes of searching time.	Compatible spare parts are <u>widely available</u> for this product. *From the manufacturer or third parties, online or locally.
6.	Spare parts costs	The majority of the spare parts are <u>more expensive than 25%</u> of the costs of a new product. *Choose this option also when spare parts are not available.	The majority of the spare parts cost <u>between 10% and 25%</u> of the costs of a new product.	The majority of the spare parts are <u>under 10%</u> of the costs of a new product.
7.	Number of tools needed	<u>More than 5 tools</u> are needed to repair this product	<u>Two to five tools</u> are needed to repair this product	<u>No more than one tool</u> is needed to repair this product
8.	Types of tools needed	<u>Advanced specialized tools</u> , like a soldering iron, a puller and/or proprietary screwdrivers are needed.	<u>Specialized tools</u> , like torx screwdrivers, electric drill and small magnets, are needed.	<u>Basic tools</u> , like scissors, flathead and Phillips screwdrivers, can be used.
9.	Critical components (that tend to fail) are readily accessible, like batteries, etc.	<u>None of the critical components</u> can be readily accessed. *For instance because the components are deeply 'embedded' in the product.	At least <u>one critical component</u> is readily accessible.	<u>All critical components</u> are readily accessible. *None of the components is deeply 'embedded' in the product.
10.	Repair actions needed	The number of repair actions needed is <u>much more than expected</u> , given the nature of the repair. *For instance: to replace a faulty battery, one need to go through an 11-step repair process. This includes: changing tools, prying efforts, unfasten screws, unclip parts, etc.	The number of repair actions needed is <u>more than expected</u> , given the nature of the repair. *To replace a faulty battery, the repair process steps that are needed lay somewhere between 2 and 11 steps. This includes: changing tools, prying efforts, unfasten screws, etc.	The number of repair actions is <u>proportional</u> to the nature of the repair. *Replacing a faulty battery, for instance, is a 2-step process. This includes: changing tools, prying efforts, unfasten screws, unclip parts, etc.

11.	Number of screws	On average, each part that is fastened with screws, is fastened with <u>more than four screws</u> .	On average, each part that is fastened with screws, is fastened with <u>three or four screws</u> .	On average, each part that is fastened with screws, is fastened with <u>no more than two screws</u> .
12.	Removability of fasteners	Adhesives, glue, single-use snap fits and/or solders are used to fasten parts and components. *This makes it more likely to damage the parts and components, visually and functionally, during disassembly.	Multiple-use snap fits and/or stay-sticky glue fasteners are used. *This is not ideal, but it reduces the likelihood that parts/components are functionally damaged during disassembly.	Only screws and/or clear multiple-use snap-fits are used to fasten parts and components. *Disassembly causes no functional or visual damage.
13.	Visibility of screws and other fasteners	<u>Fasteners are hidden</u> , for instance behind an adhesive or other parts.	Screws and other fasteners are <u>easily overlooked</u> during disassembly.	Screws and other fasteners are <u>clearly visible</u> and <u>highlighted</u>
14.	Identification of the components/parts	Main parts and components are <u>not identifiable</u> by engravings, labels or other marks. *This makes it hard to locate the components and parts and reassemble the product.	<u>Only critical parts and components</u> (like the battery) are identifiable by engravings, labels or other marks. *This makes it still hard to locate the other parts, and the reassembly process becomes unclear when a fault is deeper embedded in the product.	<u>Main parts and components</u> are engraved, marked or labelled for quick location and/or replacement of malfunctioning items.
15.	Risk of injury	There is a <u>high risk</u> of (permanent injury during the repair process (it requires the use of toxic chemicals). *You could inhale toxic fumes, for example while using toxic cleaning detergents, soldering or toxic sprays.	There is <u>some risk</u> of injury during the repair process. *It requires the use of sharp prying tools, like knives or scissors, on which you can cut yourself.	There are <u>low-to-no</u> injury risks involved.
16.	Environmental issues at end of life.	The product contains at least one component with a <u>Toxic symbol</u> . *It needs to be discarded through a recycling scheme and treated by specialists.	The product has a <u>WEEE disposal symbol</u> , indicating that it should be discarded through a recycling scheme.	The product contains only components that can be thrown away with <u>normal household waste</u> .
17.	Fragility or robustness of components	The product contains <u>fragile parts</u> and components that break when touched.	Parts are <u>moderately robust</u> , careful handling will not break them, but a slipped tool may damage them.	<u>Robust parts</u> , components and connectors are used.
18.	Internal organisation of components	<u>Chaotic internal organisation</u> , cables and other parts are for instance interweaved.	Cables and other parts <u>overlap</u> each other but can easily be taken apart	Cables and other parts are <u>neatly organised</u> in the product
19.	Clarity of reparability	Interaction with the product is <u>frustrating</u> . The product doesn't inspire confidence that it can be repaired successfully *For instance due to its complex or closed nature.	Interaction with the product is <u>not very difficult</u> , but not very pleasant either. The repair can be done effectively.	Interaction with the product is <u>pleasurable</u> and gives confidence that the product can be repaired successfully.
20.	State after repair action	The product does <u>not function</u> anymore.	The product functions as before, however there is <u>some loss</u> of quality and/or aesthetics.	The product functions as before, with <u>no or minimal loss</u> of quality and aesthetics.