



ESTG



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

DESIGN E SUSTENTABILIDADE NA ACADEMIA

O caso prático da redução do consumo de garrafas de plástico na comunidade
IPVC

João Miguel Ferreira Mendes

Escola Superior de Tecnologia e Gestão



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

João Miguel Ferreira Mendes

DESIGN E SUSTENTABILIDADE NA ACADEMIA

O caso prático da redução do consumo de garrafas de plástico na comunidade

IPVC

Nome do Curso de Mestrado

Design Integrado

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Ana Filomena Curralo Gonçalves

e coorientação do

Professor Doutor Sérgio Ivan Lopes

Setembro de 2021

JÚRI

Presidente:

Doutor Pedro Miguel Teixeira Faria

Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Arguente:

Doutor João Carlos Monteiro Martins

Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Orientadora:

Doutora Ana Filomena Curralo Gonçalves

Professora da Escola Superior Tecnologia e Gestão do

Instituto Politécnico de Viana do Castelo

“Não podemos fugir da responsabilidade de amanhã evitando-a hoje.”

Abraham Lincoln (1809-1865)

AGRADECIMENTOS

Este espaço é sem dúvida um dos mais difíceis de preencher, pela incerteza que se sente em esquecer alguém importante. Desta forma, espero não deixar ninguém de parte que de uma forma direta ou indireta, contribuíram para que esta investigação fosse possível. Neste sentido gostaria de agradecer:

Em primeiro lugar, ao meu pai, que apesar de todas as adversidades sentidas nestes últimos 2 anos, conseguiu manter a nossa família o mais estável possível através da sua luta constante e amor pelo seu trabalho profissional.

Em segundo lugar, à minha irmã, no qual contribuiu bastante para o desenrolar deste projeto para que este fosse possível. A ela, agradeço todo o esforço, dedicação para comigo, pois sem ela não seria possível a realização deste projeto.

À minha orientadora, professora doutora Ana Filomena Curralo Gonçalves, pela simpatia, interesse e a sua “sempre presente” disponibilidade para me ajudar ao longo deste projeto. Sem a sua experiência e conhecimento este trabalho não seria concretizável. Obrigado por acreditar em mim e por me motivar diariamente, bem como por me lançar ao mundo através de todos os artigos que desenvolvemos em conjunto.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Sérgio Ivan Lopes, pela simpatia que demonstrou ao longo desta investigação, bem como da boa disposição e da sua disponibilidade. A partilha do seu conhecimento foi muito importante no desenvolvimento deste processo. Por isso, muito obrigado pelos ensinamentos.

Ao professor Doutor António Curado, coordenador do projeto Refill_H2O, que sempre demonstrou a disponibilidade e cooperação, para que o projeto fosse possível e dado a conhecer a toda a comunidade. O meu muito obrigado.

À Sara Sampaio, por toda a dedicação, carinho e amor. Obrigado por toda a tua paciência e por me fazeres acreditar que conseguiria a concluir esta etapa da minha vida. Sem o teu apoio isto nunca seria possível.

Ao Ricardo Santil, daqueles amigos que se contam pelos dedos. A ti, estarei eternamente grato, pois foste um dos principais pilares para que conseguisse terminar esta investigação. E claro, obrigado pela amizade partilhada nestes últimos anos e por todo o apoio, e não só.

À minha família emprestada, obrigado por toda a ajuda, apoio, e conselhos dados, ajuda e paciência. Por isso, agradeço-vos por tudo o que fazem por mim.

Ao meu avô António, obrigado por todos os ensinamentos e por fazeres de mim mais homem a cada dia. À minha estrelinha, avó Ana, que apesar de me deixar este ano, nunca deixou de acreditar em mim. De ti levarei sempre o teu sorriso. Obrigado por tudo, adoro-te.

Às minha amigas Raquel e Ana Paula, por todos os momentos que passámos juntos e por tornarem o meu dia no trabalho mais fácil. A ti Raquel, agradeço-te por toda a tua simpatia e acolhimento que tiveste comigo desde o primeiro dia, por me teres lançado neste mundo do trabalho, por acreditares em mim e dares os melhores conselhos para seguir em frente. Ana Paula, a ti agradeço-te por toda a simpatia que tiveste para comigo e por todos os momentos de desabafos e de discussões que faziam os dias mais felizes e com vontade de seguir em frente. Às duas o meu muito obrigado, sem vocês isto não era possível.

À Atepeli, entidade empreendedora que acompanhou praticamente todo o meu percurso nesta investigação, fazendo com fosse possível realizar este mesmo.

À MiaBorsa, empresa no qual iniciei um novo rumo para a minha carreira, sem esta preciosa ajuda a finalização de algumas etapas desta investigação nunca seriam possíveis de concretizar. O meu muito obrigado.

Ao curso de Design do Produto, por todo o conhecimento partilhado nos últimos anos e por fazerem de mim um designer diferente.

A todos os amigos que não mencionei e que participaram no desenvolvimento e finalidade desta investigação, o meu muito obrigado a todos.

RESUMO

O presente trabalho de projeto surge do desejo da materialização de uma garrafa sustentável por parte do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, através do Projeto Refill_H2O, aspirando eliminar o uso de garrafas de água de plástico nas 6 escolas do *Campus* IPVC, respetivos bares, cantinas e residências.

Atualmente, as instituições públicas de ensino superior têm uma responsabilidade moral especial em aumentar a consciência, o conhecimento, as habilidades e os valores necessários para criar um futuro justo e sustentável. As garrafas plásticas de água são um grande exemplo de desperdício diário que impacta diretamente na sustentabilidade económica e ecológica. A produção de plástico em todo o mundo ultrapassa 300 milhões de toneladas por ano. Cerca de 3% dessa produção representa 8 milhões de toneladas de plástico anualmente atingindo rios, mares e oceanos.

Este trabalho apresenta uma metodologia híbrida utilizada por uma equipa multidisciplinar de designers, engenheiros e gestores, de modo a projetar uma proposta aplicada em conceitos de design participativo para aumentar o envolvimento dos utilizadores finais e para refinar o Design da garrafa inteligente, com base em quatro critérios principais: funcionalidade (volume, ergonomia), interoperabilidade (tecnologias de comunicação), sustentabilidade (materiais) e custo. Ao utilizar a metodologia híbrida proposta, o designer prioriza o desenvolvimento de soluções de design com foco nos utilizadores e nas suas necessidades.

As tecnologias de ICT (Tecnologias da informação e comunicação) e IoT (Internet das Coisas) irão encorajar a autonomia, ajudando pedagogicamente os utilizadores a reconhecer, identificar e reduzir a sua pegada ambiental. Aplicando os princípios da economia circular, este projeto académico promove a redução do consumo de plástico, produção e desperdício.

Contribuindo para uma mudança de paradigma, o design sustentável busca condições para reduzir o plástico nos oceanos, melhorando o meio ambiente e a qualidade de vida na Terra.

Palavras-Chave: Design sustentável, Garrafa Inteligente, IoT, RFID, Sustentabilidade, Campus

ABSTRAT

This dissertation arises from the desire of the materialization of a Sustainable bottle by the Polytechnic Institute of Viana do Castelo, through the Refill_h2o Project, aiming to eliminate the use of plastic water bottles in the 6 schools of the IPVC Campus, respective bars, canteens and residences.

Public institutions of higher education have a special moral responsibility to increase the awareness, knowledge, skills and values needed to create a just and sustainable future. Plastic water bottles are a great example of daily waste that directly impacts economic and ecological sustainability. Plastic production worldwide exceeds 300 million tons per year. About 3% of this production represents 8 million tons of plastic annually reaching rivers, seas and oceans.

This work presents a hybrid methodology used by a multidisciplinary team of designers, engineers and managers, in order to design a proposal employs in participatory design concepts to increase the involvement of end users and to refine the design of the smartbottle, based on four main criteria: functionality (volume, ergonomics), interoperability (communication technologies), sustainability (materials) and cost. By using the proposed hybrid methodology, the designer prioritizes the development of design solutions focusing on users and their needs.

ICT(Informations and Communications Technology) and Iot (Internet of Things) technologies will encourage autonomy, pedagogically helping users to recognize, identify and reduce their environmental footprint. Applying the principles of circular economy, this academic project promotes the reduction of plastic consumption, production and waste.

Contributing to a paradigm shift, sustainable design seeks conditions to reduce plastic in the oceans by improving the environment and quality of life on Earth.

Keywords: Sustainable design, Smartbottle, Iot, RFID, Sustainability, Campus

Índice

1.Introdução	12
1.1 Objeto de Estudo	12
1.2. Problemática do projeto	14
1.3 Fundamentação	18
1.3 Objetivos do Trabalho	21
1.3.1 Questões de investigação	23
1.4. Metodologia projetual	23
1.4.1 Imersão	24
1.4.2 Análise	25
1.4.3 Idealização	25
1.4.4. Prototipagem	27
2. Contextualização Teórica	30
2.1. Sustentabilidade	30
2.2. Design no âmbito da sustentabilidade	33
2.4 Eco Design	40
2.5. Design Sustentável	44
2.6. O consumo, a "necessidade" e a mudança de hábitos	48
2.7. Materiais sustentáveis	52
2.7.1. A Matéria-Prima: Bambu	56
2.7.2. A Matéria-Prima: Alumínio	57
2.7.3 A Matéria-Prima: Cortiça	59
2.7.4. Plástico Reciclável	62
3. Desenvolvimento Projetual	66
3.1. Inquéritos	66
3.2. Análise dos resultados do inquérito realizado à comunidade IPVC	67
3.3. Fase de Desenvolvimento	80
3.3.1. Premissas para o desenvolvimento e materialização de uma garrafa sustentável	80
3.3.2. Elaboração de esboços	82
3.3.3. Seleção da Ideia	88
3.4. O Ecossistema Garrafa Inteligente (<i>Smartbottle</i>)	90
3.5. Memória Descritiva Garrafa Inteligente	93
3.5.1 Desenho Técnico <i>da Garrafa Inteligente</i>	95
3.6. Materialização dos protótipos	96
3.7. Protótipos impressão 3d industrial	97
3.8. Teste de Usabilidade	98

4. Conclusão	107
5. Referências Bibliográficas	110
6. Apêndices	119
6.1. Apêndice 1 –International Conference On Design & Digital Communication (Digicom 2020)	119
6.1.1. Email referente à Candidatura	119
6.1.2. Programa da Conferência	120
6.1.3. Artigo The Sustainable Smartbottle: A Proposed Design Methodology to Minimize Plastic Pollution	121
6.1.4. Certificado de participação	134
6.1.5. Fotografias da Apresentação	135
6.2. Apêndice 2 – 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2021) and Affiliated Conferences	136
6.2.1. Email referente à candidatura	136
6.2.2. Programa AHFE 2021	137
6.2.4. Certificado de Participação	146
6.2.5. Fotografias da Participação na Conferência	147
6.3. Apêndice 3 – Apresentação das propostas da Smartbottle à equipa Refill_H2O	148
6.4. Desenho Técnico Garrafa Sustentável (Escala 1:2)	149

Índice de Figuras

Figura 1 - Poluição nos oceanos	16
Figura 2 - Metodologia proposta para o desenvolvimento da Smartbottle.....	24
Figura 3- Exemplo de mapeamento 4 soluções hipotéticas de design	26
Figura 4 - Triângulo da Sustentabilidade.....	30
Figura 5 - Objetivos do Design Verde.....	39
Figura 6 - CICLO DE VIDA	41
Figura 7 - Métodos de Seleção.....	54
Figura 8 - Descortiçamento do Sobreiro.....	60
Figura 9 - Plásticos Recicláveis	65
Figura 10 - Gráfico de resposta relativamente à questão sobre o "Género".....	67
Figura 11- Gráfico de resposta relativamente à questão "Faixa Etária".....	68
Figura 12- Gráfico de resposta relativamente à questão sobre o "Estatuto".....	68
Figura 13- Gráfico de resposta relativamente à questão sobre as "Habilitações Académicas"	69
Figura 14- Gráfico de resposta relativamente à questão sobre O "Consumo de água".....	70
Figura 15 - Gráficos de resposta relativamente às questões sobre consumo diário de água, locais onde bebem água, a utilização de uma garrafa reutilizável e a diferenciação de escolha garrafa reutilizável vs garrafa de plástico.....	70
Figura 16 – Gráfico de resposta relativamente à questão “Dimensional da Garrafa”... ..	71
Figura 17 - Gráfico de resposta relativamente à questão “Elementos mais importantes”	72
Figura 18 – Gráfico de respostas relativamente à questão “ Fatores importantes numa garrafa sustentável”	72
Figura 19 - Gráfico de respostas relativamente à questão “ Materiais atrativos para a garrafa”.....	73
Figura 20 - Gráfico de respostas relativamente à questão “ Características relevantes para uma garrafa reutilizável”.....	74
Figura 21 - Gráfico de respostas relativamente à questão “ Comunicação garrafa vs estação de reenchimento”.....	74
Figura 22 - Gráfico de respostas relativamente à questão “ Interligação a aplicação”.....	75
Figura 23 - Gráfico de respostas relativamente à questão “Preço a pagar por litro” e “Tipo de Preferência de Consumo”	76
Figura 24- Gráfico de respostas relativamente à questão “Melhor forma de pagamento do serviço”.....	77
Figura 25 - Gráfico de respostas relativamente à questão “Uso da garrafa e serviço como estratégia à redução de plástico”.....	78
Figura 26 – Diagrama do Resumo da Garrafa inteligente	81
Figura 27 - Apresentação Garrafa inteligente à equipa projeto Refill H2O.....	82
Figura 28 - Principais fontes de inspiração para o conceito " Animais Marinhos".....	83
Figura 29 - Esboços desenvolvidos com inspiração na forma animal.....	84
Figura 30- Principais fontes de inspiração para o conceito “Estrutura da molécula de ADN”	85
Figura 31 – Esboços desenvolvidos com inspiração na forma do ADN.....	86
Figura 32- Esboços desenvolvidos com inspiração em Materiais.....	87

<i>Figura 33 – Esboços desenvolvidos com inspiração em Moldes de Injeção de Plástico</i>	
<i>Fonte?????</i>	87
<i>Figura 34 – Esboços desenvolvidos com inspiração na Orca</i>	89
<i>Figura 35 - Garrafa inteligente ecossistema com duas estações de reenchimento e blocos centrais da infraestrutura de TIC.</i>	90
<i>Figura 36 - Protótipo A, B e C desenvolvidos através de software</i>	93
<i>Figura 37 - Ilustração Técnico SmartBottle</i>	95
<i>Figura 38 - Testes de usabilidade com o primeiro protótipo em impressão 3D industrial</i>	97
<i>Figura 39 - Gráfico de respostas relativamente à “impressão geral da utilização do produto”</i>	98
<i>Figura 40 - Gráfico de respostas relativamente ao “tamanho da garrafa”</i>	99
<i>Figura 41 - Gráfico de respostas relativamente à “troca das garrafas convencionais de plástico após o uso do produto”</i>	99
<i>Figura 42 - Gráfico de respostas relativamente à “adequação e preferência de materiais”</i>	100
<i>Figura 43 - Gráfico de respostas relativamente ao “peso da garrafa”</i>	101
<i>Figura 44 - Gráfico de respostas relativamente à “permissão da garrafa para uma fácil lavagem”</i>	101
<i>Figura 45 - Gráfico de respostas relativamente ao “transporte e manuseamento da garrafa”</i>	102
<i>Figura 46 - Gráfico de respostas relativamente ao “gargalo”</i>	103
<i>Figura 47 - Gráfico de respostas relativamente à “ergonomia e estética” da garrafa.</i>	103
<i>Figura 48 - Gráfico de respostas relativamente à “representação dos animais marinhos como forma de consciencialização para a poluição dos oceanos e as cores aplicadas na garrafa”</i>	104
<i>Figura 49 - Gráfico de respostas relativamente à rolha</i>	105
<i>Figura 50 - Gráfico de respostas relativamente à “definição e atendimento de necessidades” do produto</i>	106

Índice Tabelas

<i>Tabela 1- Critérios de avaliação de materiais</i>	55
--	----

1.Introdução

1.1 Objeto de Estudo

Com a presente investigação pretendeu-se desenvolver uma garrafa de água com um aspeto atrativo e assente em materiais devidamente selecionados, que permita a reutilização em larga escala e que garanta a qualidade da água armazenada.

Este projeto, além do desenvolvimento de um produto, teve como objetivo cativar a comunidade académica, sobretudo a mais jovem, que frequenta o Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), a utilizar este produto e estações de reenchimento de modo a reduzir o consumo excessivo de garrafas de plástico nesta academia. Desta forma, o designer assume-se como principal agente vinculador, interligando várias áreas, como a Engenharia de Materiais e Eletrónica, inserindo-lhe um valor semântico que valorize a relação da garrafa, com a estação de reenchimento e o utilizador.

O Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC) é uma instituição de ensino superior que para além de apostar na inovação, investigação e conhecimento, procura assumir um papel proactivo no desenvolvimento sustentável da região do Alto Minho norte de Portugal. De acordo com Cortese (2003)

“a instituição tem a responsabilidade de aumentar a sensibilização, o conhecimento, as capacidades e competências, e os valores necessários para criar um futuro justo e sustentável. O ensino superior desempenha um papel crucial, mas muitas vezes esquecido no sentido de tornar esta visão uma realidade”¹ (2003, p. 17)

Em 1972, as Nações Unidas organizaram a primeira conferência sobre o Homem e o Ambiente na cidade de Estocolmo, Suécia. Esta conferência foi o despertar para o impacto do consumismo excessivo dos recursos naturais, muitos deles não renováveis e que provocam danos colaterais para o ser humano e para o meio ambiente. Assim, originou-se uma série de vários princípios com os quais os países presentes se responsabilizaram, salientado de modo particular o que se refere à Educação Ambiental:

“É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiado, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades

¹ Tradução Livre do Autor “*Higher education institutions bear a profound, moral responsibility to increase the awareness, knowledge, skills, and values needed to create a just and sustainable future. Higher education plays a critical but often overlooked role in making this vision a reality.*”

inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. É igualmente essencial que os meios de comunicação de massas evitem contribuir para a deterioração do meio ambiente humano e, ao contrário, difundam informação de caráter educativo sobre a necessidade de protegê-lo e melhorá-lo, a fim de que o homem possa desenvolver-se em todos os aspetos.”² (ONU,1972)

O impacto previsto com o este projeto consiste na melhoria do estado ambiental das águas marinhas e das zonas costeiras, contribuindo para a diminuição do uso dos plásticos e da respetiva produção de resíduos, através da instalação de um sistema que consciencialize novos hábitos de consumo, neste caso aos estudantes, docentes e funcionários do IPVC. Além disso é pretendido prevenir e diminuir significativamente a poluição marítima de todos os tipos, particularmente a que resulta de atividades terrestres, através da criação de um hábito de consumo que num contexto de 5000 alunos possibilita evitar o fabrico de 1215 kg de plásticos, e sensibilizar assim todo o território regional para este novo hábito com o objetivo de evitar mais de 9268 kg de resíduos plásticos anuais (Alto Minho, 2020).

Segundo Gomes (2010) o designer apresenta um papel fundamental na construção de um mundo sustentável, um papel que vai muito além do que qualquer outro indivíduo ou consumidor possa ter. Assim, espera-se que o projeto resulte nas mudanças de hábitos de consumo, se torne mais ecológico, mais sustentável e mais *friendly*³.

Este projeto, além de consciencializar a população académica para a redução de plástico no planeta, tem também o objetivo contribuir para a mudança de hábitos, nomeadamente o consumo diário de água, pois a recomendação de consumo de água para adultos é pelo menos 2 litros de água por dia (OMS, 2016). Além disso, a Direção Geral de Saúde (2017) refere que o consumo regular de água é fundamental para promover uma alimentação saudável, visto que o ser humano, é constituído essencialmente por água, sendo esta primordial à vida

Posto isto, e relativamente à acessibilidade dos meios necessários para a conceção deste projeto procurou-se conceber o produto através de empresas Portuguesas, apelando ao valor dos produtos nacionais, dando enfase à sustentabilidade do projeto.

² ONU (1972), Declaração de Estocolmo, Acedido em: https://apambiente.pt/zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf-Consultado dia 15/05/2020

³ Friendly - “palavra que, traduzida ao português significa “ecologicamente amigável”,” (Pinheiro et al, 2018, p. 17)

1.2. Problemática do projeto

Atualmente, o mundo é governado pela tecnologia e as questões ambientais cada vez mais são predominantes na nossa vida, traduzindo a importância sobre a qualidade dos objetos que a sociedade produz e consome. Gradualmente os organismos internacionais insistem na passagem de uma mensagem visando para a transformação dos hábitos de consumo das pessoas, de forma a que estas colaborem para a sustentabilidade do planeta, potenciando o desenvolvimento, uso e procura de materiais sustentáveis. Segundo a WWF⁴ (2019)⁵ a maneira como produzimos, consumimos e desperdiçamos alimentos representa uma ameaça generalizada para as pessoas e o planeta.

O debate internacional sobre a sustentabilidade levou à constatação da necessidade de se considerar a problemática do consumo e da equidade social. O princípio da equidade propõe que cada pessoa tenha o direito ao mesmo nível de satisfação obtível dos recursos naturais. Segundo os autores Manzini e Vezzoli, é preciso aferir o papel do design em relação a esta pergunta central:

“(...) como podemos fomentar novos critérios de qualidade de modo a separar a procura social por um bem-estar de uma relação que é diretamente proporcional ao aumento do consumo de recursos, esta é característica das sociedades industrializadas?”⁶ (Manzini & Vezzoli, 2005, p. 260)

Ao enfrentarmos este excesso de produtos existentes e o consumismo massivo que as pessoas protagonizam, o designer, sendo o principal agente de ligação entre a indústria e a sociedade através dos objetos que projeta, tem um papel fundamental a desempenhar neste processo de produto sustentáveis. Desta forma:

“em muitos aspetos, a crise ambiental é uma crise de design. É uma consequência da forma como as coisas são feitas (...). Temos utilizado o design de forma inteligente a favor dos serviços e interesses humanos, no entanto,

⁴ A WWF (*World Wildlife Fund for Nature*) é uma organização internacional de conservação, com o objetivo de parar a degradação natural do ambiente do planeta e construir um futuro em que os humanos possam viver harmonia com a natureza. (SHAPIRO et al, 2015, p.511)

⁵ Tradução livre do autor: “*The way we produce, consume and waste food poses a widespread threat to people and planet*” Acedido a 30/05/2020, Disponível em <https://updates.panda.org/wins-2019>

⁶ Tradução livre do autor: “*how can we foster new quality criteria so as to separate the social demand for well-being from a relationship that is directly proportional to the increase in consumption of resources, characteristic of mature industrialised societies?*” (Manzini e Vezzoli, 2005: 260)

temos negligenciado a sua relação com os nossos semelhantes. (...)”⁷ (Ryn & Cowan, 1996, p. 24).

Ao definir o foco de estudo entre a relação do design e a sustentabilidade, pretende-se delinear uma proposta que procura analisar a dimensão morfológica de uma garrafa de água e a interação do utilizador com a estação de reenchimento, de modo a que este procure abastecer neste serviço as suas garrafas, contribuindo assim para uma menor pegada ecológica. O desenvolvimento de produtos sustentáveis deste modo é a resposta do design para o desejo de uma melhor qualidade de vida humana e proteção meio ambiente.

A mudança do pensamento sobre a sustentabilidade passa por uma nova abordagem no ensino de design e propõe a introdução no ensino superior de princípios e práticas para a sustentabilidade e a sua relação com a sociedade (Türkmen, 2009, cit in Ferreira, 2013, p. 22). Os alunos de design devem perceber a aprendizagem do ensino de design de forma não fragmentada, mas antes como colaboração interdisciplinar, sendo capazes de pensar de forma criativa e holística, a fim de apoiar o desenvolvimento sustentável.

A materialização deste produto dependerá das características físicas, da eleição do material, limitações e de aspetos relativamente à anatomia física do homem. (Ferreira, 2013, p. 22). Assim, pode-se destacar a importância da realização de estudos ergonómicos e a relação entre a garrafa e o utilizador e a sua e a interação de ambos na estação de reenchimento.

Sendo os plásticos responsáveis por 70% do lixo marinho e como o Instituto Politécnico de Viana do Castelo está localizado na zona costeira onde existem vários monumentos naturais integrantes no Geoparque Litoral de Viana do Castelo, e onde a contaminação do solo com plásticos resulta que os mesmos venham desaguar no oceano através das linhas de água existentes, pretende-se que este projeto apresente um relevante impacto na consciencialização e mudança de hábitos na comunidade.

⁷ Tradução livre do autor: “In many ways, the environmental crisis is a design crisis. It is a consequence of how things are made, buildings are constructed, and landscapes are used. We have used design cleverly in the service of narrowly defined human interests but have neglected its relationship with our fellow creatures.: (Ryn & Cowan, 1996, p. 24).



Figura 1 - Poluição nos oceanos

Fonte : Wallpaper Cave (2019)

Estima-se que existe pelo menos 5,25 trilhões de partículas de plástico, correspondendo 268,940 toneladas, encontram-se atualmente flutuar no mar (Eriksen et al, 2014)⁸. De acordo com Poli et al. (cit in Barcelos, 2016, p. 43) os plásticos (artes de pesca, boias, garrafas, sacos plásticos, balões, plásticos de embalagens, palhinhas, hastes de chupa-chupa, e entre outros) são atualmente reconhecidos como uma das mais importantes e preocupantes fontes de poluição do meio marinho. Além disso várias organizações apelam para o combate contra os plásticos, visto que, os nossos oceanos cada vez mais encontram-se contaminados com este material, poluindo a vida marinha e posteriormente os seres humanos.

A par destes problemas a ONU (2017)⁹ revelou que em cada ano, mais de 8 milhões de toneladas de plástico acabam nos oceanos, causando estragos na fauna marinha, pesca e turismo. Além disso refere que segundo as estimativas, até 2050, os oceanos terão mais plástico que peixes, se as tendências atuais não forem detidas. Deste modo no desenvolvimento de um produto, o designer deve ter em conta que este englobe o

⁸ Tradução Livre do a Autor: “ (...) we estimate that at least 5.25 trillion plastic particles weighing 268,940 tons are currently floating at sea(...)” Acedido a 30/05/2020, Disponível em :

<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0111913&type=printable>

⁹ Tradução livre do autor : “Each year, more than eight million metric tonnes of plastic end up in oceans, wreaking havoc on marine wildlife, fisheries and tourism (...). According to estimates, by 2050, oceans will have more plastic than fish if present trends are not arrested” Acedido a 30/05/2020 , Disponível em : <https://news.un.org/en/story/2017/02/552052-turn-tide-plastic-urges-un-microplastics-seas-now-outnumber-stars-our-galaxy> ”

conceito de sustentabilidade, tendo em conta fatores sociais, económicos e ambientais, de modo a que seja benéfico para com a comunidade, bem como para o meio ambiente.

O impacto dos resíduos plásticos nos animais e plantas marinhas, ultimamente tem sido vastamente documentado particularmente quando se refere a resíduos de grande dimensão, como é o caso das redes piscatórias e outros materiais relacionados com a atividade da pesca, como sacos de plástico e resíduos de embalagens. No que diz respeito a fragmentos mais pequenos, designados de microplásticos, onde as partículas apresentam dimensões menores que cinco mm, ambicionam uma extrema preocupação devido à sua ubiquidade, persistência, e por serem um potencial condutor de exposição e transferência de compostos orgânicos persistentes e de elevada toxicidade (Thompson et al, 2004, cit in Sobral et al, 2011).

De igual modo, a Marine Litter Solutions (s.d)¹⁰ sustenta que os microplásticos podem-se “originar de uma variedade de fontes, incluindo microesferas de produtos higiénicos, fibras de roupas sintéticas, e fragmentos degradados de produtos com plásticos maiores”.

Segundo a PlasticsEurope (s.d) o lixo marinho é um problema que tem vindo a crescer e que atraiu significativamente a atenção das pessoas nos últimos anos. Além disso esta associação refere que “as causas do lixo marinho são numerosas e complexas e não podem ser resolvidas apenas por um grupo de entidades interessadas” ¹¹.

¹⁰

Tradução Livre do Autor : “Microplastics can originate from a variety of sources including microbeads from personal care products; fibers from synthetic clothing, pre-production pellets and powders; and fragments degraded from larger plastic products” Acedido a 14/06/2020 , Disponível em : <https://www.marinelittersolutions.com/about-marine-litter/what-are-microplastics/>

¹¹

Tradução Livre do Autor : “The causes of marine litter are numerous and complex and cannot be solved by one stakeholder group alone” Acedido a 14/06/2020, Disponível em: <https://www.plasticseurope.org/en/focus-areas/marine-litter>

1.3 Fundamentação

Ao definir como foco de estudo a relação entre o design e a sustentabilidade, foi pretendido delinear uma proposta que procura analisar a dimensão morfológica de uma garrafa de água e a interação com o utilizador e a estação de reenchimento. Deste modo, os utilizadores ao encherem a sua garrafa, contribuem para uma menor pegada ecológica, já que em vez de se deslocarem até ao bar da escola e comprarem uma garrafa de plástico, que possivelmente no fim do seu uso irá para o lixo. Segundo Paula e Paschoarelli “o desenvolvimento de produtos sustentáveis é a resposta do design para o desejo à qualidade de vida humana e à preocupação ambiental” (cit in Braun & Gomez, 2007,p. 2).

Ao tratar-se de um produto que tem como principal objetivo a redução do consumo de plástico na comunidade do IPVC, o designer deve tomar em conta vários aspetos, tais como:

“eleição do material, o método de fabrico, o modo como o produto é lançado para o mercado, o custo e a utilidade prática, e também como é fácil utilizá-lo, compreendê-lo” (Norman, 2004, p. 18)¹².

Por esta mesma razão, o designer tornou-se no principal agente de combate em prol da sustentabilidade, pois este tem um papel fundamental na decisão sobre os produtos que idealiza, tendo a responsabilidade de apresentar produtos que projetem o mínimo impacto ambiental possível.

Se o termo sustentabilidade definido, de acordo com o dicionário on-line Priberam, “modelo de sistema que tem condições para se manter ou conservar” (Priberam, sd.), quando associado ao design este termo demonstra-se abrangente conseguindo formar-se de diversas nomenclaturas, tais como: Eco-Design, Biodesign, Design Sustentável, Design eficiente e autossuficiente (Cunha, 2015). Estes diferentes termos demonstram que estas diferentes estratégias se focam num objetivo em comum, a proteção do meio ambientes. Desta forma, todos estes variados conceitos diretamente relacionados ao conceito de design sustentável, tornam-se, assim, conceitos extensos e equívocos, no qual ainda se demonstram pouco investigados.

¹

² Tradução Livre do Autor “the choice of material, the manufacturing method, the way the product is marketed, cost and practically, and how easy the product is to use, to understand.” (Norman, 2004,p.5)

Em 1987 surge pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável, definido pela comissão de Brundtland¹³ como aquele que desempenha as primordialidades do presente sem colocar em causa a capacidade de satisfazer as necessidades das gerações futuras (Cavalcante et al., 2012).

O designer, sendo o principal agente da sociedade, tendo em conta que os seus projetos afetam a maneira de viver dos consumidores, tem a oportunidade de idealizar novas propostas sociais e influências para novas atitudes sustentáveis. De acordo com Edwards (cit in Cunha, 2015) o ato de projetar é a chave da sustentabilidade, devendo ser um ato consciencioso e fundamentado na informação e no argumento.

O design sustentável tem como principal característica conceber soluções que promovam a manutenção do meio ambiente para as gerações futuras. Esta é uma alternativa que tem vindo a ser utilizada com a finalidade de diminuir em grande escala os impactos ambientais, maximizar os objetivos económicos, o bem-estar social e sobretudo não prejudicar o meio ambiente (Pazmino, 2007). Através da criação ou redesign de produtos, o designer pode tornar um produto ecológico se atuar em cada uma das fases do ciclo de vida do produto: na pré-produção, na produção, no uso, no descarte, na reciclagem e na reutilização, adquirindo decisões ecologicamente corretas que minimizem o impacto ambiental dos produtos (Ibidem). O designer tem um papel fundamental na seleção e aplicação dos materiais empregues em produtos de produção em série, mesmo sabendo que posteriormente não estará envolvido com a origem ou com o fim destes materiais ao cessar o ciclo de vida dos produtos. Além deste aspeto, o designer deve ter em conta os processos produtivos, através das tecnologias de transformação e de beneficiamento dos materiais, visto que alguns podem determinar emissões tóxicas e nocivas ao ambiente (Manzini & Vezzoli, 2005).

Tendo em conta que o desenvolvimento da garrafa inteligente teve o envolvimento de várias disciplinas da Engenharia, no desenvolvimento desta investigação pretendeu-se explorar a possibilidade de utilizar várias tecnologias de comunicações, tais como RFID (*Radio Frequency IDentification*), BLE (*Bluetooth Low Energy*) ou NFC (*Near Field Communications*) de modo a permitir uma maior interoperabilidade entre garrafa inteligente e outros sistemas ou objetos, como é exemplo a estação de reenchimento.

1

³De acordo com Boza et al (2019, p.1) o Relatório Brundtland foi concebido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, fazendo parte de uma série de iniciativas, das quais validavam uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países desenvolvidos e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, e que sinalizavam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem ter em consideração a capacidade de suporte dos ecossistemas. Sendo que o relatório focava-se para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes.

De acordo com Puhlmann (2015), *RFID* é uma tecnologia de identificação que utiliza a radiofrequência para comunicar dados e que permite que um *transponder*¹⁴ seja lido sem a necessidade de campo visual direto, através de objetos feitos dos mais diversos materiais, tais como madeira, plástico, papel, entre outros. A etiqueta *RFID* é um pequeno objeto que pode ser colocado numa pessoa, num animal ou num produto (Costa, 2008).

No que diz respeito à tecnologia de comunicações *BLE (Bluetooth Low Energy)*, foi idealizada com o propósito de melhorar a performance do consumo energético dos dispositivos móveis (Guerra, 2015), como os *telemóveis*, *relógios inteligentes* e outros dispositivos que normalmente são usados para comunicações em rede de área pessoal. De acordo com a *BLUETOOTH SIG*¹⁵ esta é uma tecnologia de comunicação sem fios de curto alcance, com muito baixo consumo energético (*ULP – Ultra Low Power*), com uma pilha protocolar com um peso leve e que possibilita a incorporação com a tecnologia *Bluetooth* existente.

No que concerne à tecnologia *NFC (Near Field Communication)*, esta emerge direcionada na comunicação de contacto, que progrediu de uma união entre as tecnologias *RFID* e *Cartões Inteligentes*. Esta é uma tecnologia de baixo alcance que opera na frequência 13.56 MHz, com transferência de dados até 424 kbits, na qual a comunicação é iniciada no momento em que se aproximam dois dispositivos *NFC*, e que seja compatível fisicamente com as etiquetas *RFID* (Silva, 2009).

A tecnologia de identificação de *contacto*, possibilita ao utilizador pagar uma transação pela aproximação do cartão. Para Simões “esta tecnologia móvel, vem assim aumentar o conforto, segurança e rapidez em inúmeros processos tais como pagamentos sem dinheiro físico, compra de bilhetes através do telemóvel a qualquer hora e em qualquer sítio, melhores esquemas de fidelização com coupons, vouchers e cartões sempre no seu telemóvel e muitos outros” (2008, p. 23).

¹⁴ *Transponder*: “etiqueta eletrónica”

¹⁵ A *Bluetooth SIG* é uma comunidade global com mais de 36.000 empresas que servem para unificar, harmonizar e impulsionar a inovação através de dispositivos interligados ao nosso redor. (Bluetooth Sig, 2021), disponível em : <https://www.bluetooth.com/about-us/>, acedido a : 23/01/2021

1.3 Objetivos do Trabalho

O projeto “H2ORefill” pretende reduzir de forma drástica, nas 6 escolas do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), respetivos bares, cantinas e residências académicas, a venda de garrafas de água plásticas, de forma a promover a aplicação dos princípios da economia circular, por redução do uso dos materiais plásticos e da respetiva produção de resíduos. A redução do consumo deste tipo de garrafas de água permite promover uma alteração dos hábitos de consumo da “população IPVC” (alunos, docentes e funcionários), favorecendo uma redução na produção de resíduos descartáveis, que no processo de reciclagem consomem energia e resultam numa emissão de gases efeito estufa.

Deste modo, a missão deste projeto consiste em incutir novas práticas que promovam na sociedade novos hábitos de consumo ambientalmente responsáveis, sensibilizando a sociedade quanto às consequências no estado do oceano resultantes das escolhas de bens e serviços que não consideram os impactes ambientais.

Neste sentido, o projeto RefillH2O implementou, numa primeira fase, um inquérito exaustivo à escala do IPVC (escolas, bares, cantinas e residências) que permitiu identificar os hábitos de consumo da população residente (alunos, docentes e funcionários) de água embalada em garrafas plásticas. No inquérito, a população residente, foi convidada a identificar um conjunto de requisitos físicos, estéticos e funcionais que permitiram criar uma especificação para desenvolvimento de uma nova garrafa de água “ambientalmente amigável”, isto é, constituída pelo material mais adequado, com o volume ajustado às necessidades dos utilizadores, com abertura e fecho automático, de fácil enchimento, durável, e esteticamente apelativa. Em paralelo da implementação do inquérito, numa segunda fase, foi desenvolvida uma estação de reenchimento de água a instalar nas escolas, bares, cantinas e residências do IPVC, que reuniu um conjunto de características inovadoras.

Num processo inicial foi pretendido estudar as características da água que se pretende distribuir, introduzindo para o efeito sistemas de purificação, filtragem e aroma. A par da qualidade da água distribuída para consumo, será incorporada na estação de reenchimento, um ecrã digital com informação destinada ao utilizador, que deverá incluir a quantidade de plástico poupado por cada enchimento efetuado, e no conjunto total de enchimentos efetuados pela estação desde a data da sua entrada em funcionamento, a

poupança energética associada à redução dos consumos efetuados, e a respetiva redução na emissão dos Gases de Efeito de Estufa (GEE).

De forma a cativar a utilização da estação de reenchimento, pretendeu-se ainda criar uma garrafa com um aspeto atrativo e assente em materiais devidamente selecionados, que permita a reutilização em larga escala e que garanta a qualidade da água armazenada.

Além disso com esta investigação pretendeu-se:

- Contribuir para consciencialização da Educação a pensar no Ambiente, “Educar para o Ambiente” na comunidade;
- Utilizar e aplicar uma Metodologia projetual entre o Design e a Engenharia, gerando um leque de novas possibilidades para conceção de uma solução;
- Desenvolver uma garrafa de água sustentável; *smartbottle* que tem como objetivo interagir com a estação de reenchimento;
- Aplicar as tecnologias de identificação num produto de Design;
- Desenvolver um protótipo;
- Alcançar novos conhecimentos pertinentes para a disciplina de design;
- Colaborar no desenvolvimento responsável de produtos sustentáveis, criativos e inovadores;
- Criar um elo de ligação entre Mestrado de Design Integrado, a Licenciatura de Design de Produto, a Instituição e as entidades produtivas de modo a revelar-se vantajoso para a realização de futuros projetos de design.

1.3.1 Questões de investigação

No seguimento das considerações anteriormente expostas, ponderaram-se as seguintes questões de investigação:

- Em que medida a metodologia de design do produto, no âmbito da sustentabilidade pode reduzir o consumo de garrafas de plástico na comunidade do IPVC?
- Quais os processos para o desenvolvimento de uma garrafa que além de sustentável possa interagir com o utilizador?
- É possível através de um objeto de design, mudar os hábitos de uma comunidade?

1.4. Metodologia projetual

Sendo o design é uma atividade projetual, multidisciplinar, existe necessidade de seguir uma metodologia para auxiliar a resolução dos problemas. O método é o caminho de procedimentos racionais, explícitos e sistemáticos postos em prática para alcançar o objetivo do projeto final e realizá-lo com sucesso (Cipiniuk e Portunari,2016, cit in Facca,2008).

A multidisciplinaridade é fundamental para se chegar a soluções que respondam à complexidade dos problemas; a variedade de métodos empregues aparecerá naturalmente numa equipa diversificada. O interesse deste processo em quatro fases vem de possibilitar integrar e combinar inúmeros métodos de design e de outras disciplinas, situando cada um no andamento do projeto, consoante as necessidades de cada fase. Identifica-se então neste trabalho a seguinte tendência: do produto para o utilizador, do utilizador para o seu contexto, do contexto para a participação.

A proposta de assenta numa metodologia cruzada com base na intersecção de ferramentas que se complementam através de inquéritos, trabalho de campo, estatística, entrevista, entre outras, permitindo determinar o percurso desta investigação. As relações entre a pesquisa e metodologia científica, pesquisa e metodologia projetual e pesquisa e conhecimento de design encontram-se abordadas por meio de um estudo do design como sistema de informação e linguagem, a partir de dados, informações, conhecimento e da pesquisa propriamente como forma de aquisição desse conhecimento de design aplicado ao projeto de produto (Facca, 2008).

Neste sentido, a proposta de investigação assenta na seguinte metodologia, dividida em 4 fases distintas, conforme Fig.1

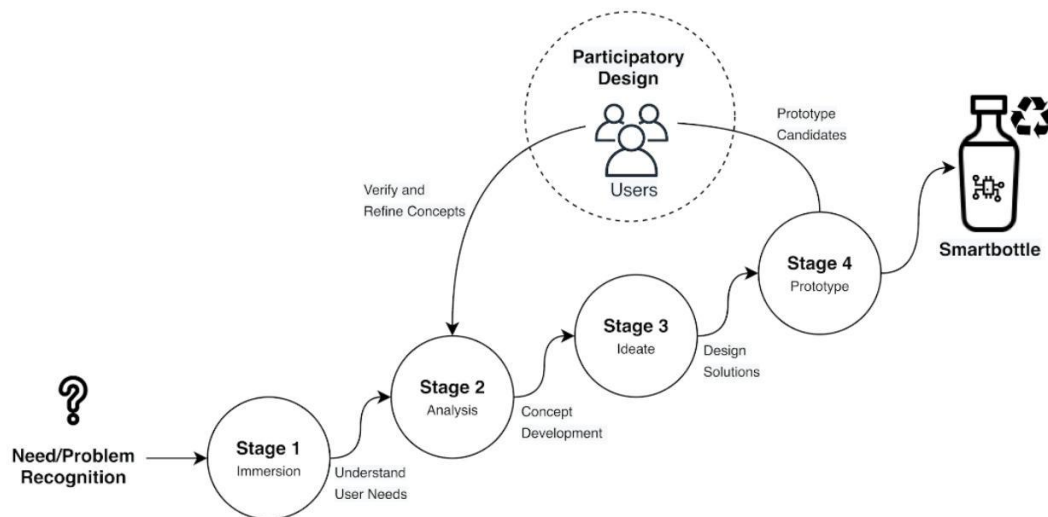


Figura 2 - Metodologia proposta para o desenvolvimento da Smartbottle

Fonte: Mendes et al (2020, pág.286)

1.4.1.Imersão

A Primeira Etapa, encontra-se direcionada para a Imersão no problema.

Neste sentido, numa primeira fase perceber o público-alvo, tendo em conta os comportamentos, desejos e expectativas e a realidade vivida por parte do utilizador, pois os designers “podem imaginar soluções que são inerentemente desejáveis e atender necessidades explícitas ou latentes” ¹⁶(Brown, 2008, pág.3). Também as questões de sustentabilidade, área do nosso foco serão aqui analisadas profundamente.

Deste modo, esta primeira fase será dividida em duas etapas a preliminar e em profundidade, sendo que a primeira “tem como objetivo o reenquadramento e o entendimento inicial do problema” (Vianna, et al, 2012, p.22), em contrapartida a segunda destina-se à identificação de necessidades e oportunidades que irão nortear a geração de soluções” que se encontram posteriormente na Terceira Fase do projeto (Vianna et al, 2012, pág. 22).

Deste modo foi fundamental o levantamento intensivo de dados por meio de inquéritos, com o intuito de chegar a grande parte dos alunos da comunidade IPVC, para que posteriormente os dados fossem analisados na fase seguinte.

1

⁶ Tradução Livre do Autor: “design thinkers can imagine solutions that are inherently desirable and meet explicit or latent needs” BROWN (2008, pág.3)

Ainda dentro desta fase será importante a investigação intensiva, bem como a análise de casos estudo distintos tendo em consideração os aspetos evolutivos no âmbito do tema da sustentabilidade, da saúde, do eco design e da engenharia eletrónica, verificando a existência ou não da sua viabilidade para o caso da comunidade IPVC.

1.4.2 Análise

A Segunda Fase, esta direccionada para Análise e Síntese dos resultados anteriormente investigados. A pesquisa aprofundada em busca de informações sobre o problema, torna-se úteis ao longo de todo o processo de design. A recolha pertinente de informações permite uma melhor compreensão, resultando subsequentemente numa melhor definição do problema, nomeadamente eventuais falhas ou erros por parte de outros designers.

Sendo a fase anterior uma fase intensiva da recolha de dados, este momento torna-se primordial para a revisão e seleção do conteúdo útil para o desenvolvimento da investigação. Deste modo, pretendeu-se analisar os inquéritos e a bibliografia selecionada respondendo a três questões fundamentais, “O que é?”, “Quando usar?”, “Como Aplicar?” (Vianna et al, 2012, p. 28), esquematizando e interpretando os gráficos e as respostas, cruzando toda a informação recolhida e criando considerações relevantes para a aplicação projetual.

Assim, a natureza abrangente do problema só pode ser descoberta através da análise das soluções propostas, pois, caso contrário, a análise de uma simples proposta poderá resultar numa abordagem tendenciosa. São necessárias, pelo menos, duas soluções radicalmente diferentes para comparar os problemas secundários para obter uma imagem mais clara da verdadeira natureza do problema (2012,p.32).

1.4.3 Idealização

Na Terceira Fase, que se destina á fase de Idealização, o intuito desta etapa é dar liberdade para se propor soluções, mesmo que improváveis, pois importa explorar o seu potencial ainda que apenas parcialmente. Num primeiro momento foi fundamental realizar um “*brainstorming*” para estruturar alguns diagramas, gráficos com algumas hipóteses de produtos, nomeadamente a garrafa de água de modo a que seja caracterizado pelo conhecimento do contexto, a opinião do público-alvo e a busca de novas perspetivas em relação ao projeto. Nesta fase, os projetos serão conceituados tendo em conta os critérios, sendo selecionados por uma equipa multidisciplinar de designers, engenheiros e gestores, definindo quatro critérios:

- **Funcionalidade:** critério relacionado com o volume de água que a garrafa pode suportar, o seu peso e ergonomia;
- **Interoperabilidade:** critério relacionado com a capacidade da *garrafa inteligente* comunicar com outros objetos ou sistemas;
- **Sustentabilidade:** em relação aos materiais utilizados (ambientais) e seu impacto na economia circular (económica);
- **Custo:** critério relacionado com o custo de produção global da *garrafa inteligente*.

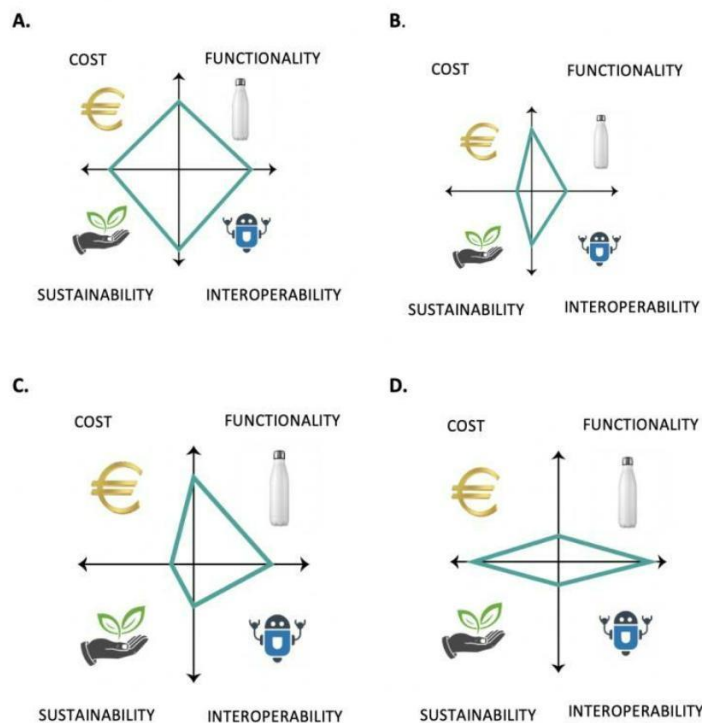


Figura 3- Exemplo de mapeamento 4 soluções hipotéticas de design

Fonte: Mendes et al (2020, pág.288)

Após estruturados os gráficos (figura.3) com estes tópicos, foi pertinente perceber o que se encontra no centro das necessidades desta comunidade e de que maneira este produto poderá ser idealizado em resposta a esses fatores. Para isso será fundamental retornar à primeira fase e questionar os utilizadores através de inquéritos quais as opções mais afáveis percebendo “O que sentem os utilizadores? O que os toca? O que os motiva?” (Brown, 2009, p. 54), ou seja, se existe a preferência por uma garrafa com um maior custo e que apresente mais tecnologia, se o gosto recai por uma garrafa que apresente menos tecnologia, mas que tenha uma preocupação na seleção do material e se custo baixo é de facto um ponto fundamental.

No final desta etapa, como descrito na figura.3, as quatro soluções idealizadas foram mapeadas tendo em conta os critérios seleccionados para simplificar e justificar melhor a seleção das soluções de design que serão transformadas em protótipos candidatos na próxima etapa.

Após reunida e analisada toda a informação fundamental para a idealização desta investigação, iniciou-se a fase de experimentação. Segundo Vianna et al. (2008, p. 101) esta fase tem como objetivo originar ideias inovadoras para o tema do projeto e, para isso, utilizam-se as ferramentas de síntese criadas na fase de análise para estimular a criatividade e gerar soluções que estejam de acordo com o contexto do assunto trabalhado. Num primeiro momento pretendeu-se realizar alguns esboços para compreensão geral da morfologia que poderá ter a garrafa. Posteriormente serão testados e explorados alguns materiais, processos produtivos, proporções, padrões e técnicas a adotar, pois designer deve ter em conta estes vários aspetos.

1.4.4. Prototipagem

Neste projeto esta fase encontra-se direccionada para a prototipagem do produto final, onde se pretende seleccionar a melhor das hipóteses projetuais, a nível funcionalidade ergonómica, seleção material, com uma maior aproximação ao conceito sustentado e com boas características mecânicas. Primeiramente irão ser formuladas questões sobre os esboços na fase de idealização, pois o:

“processo de prototipagem inicia-se com a formulação de questões que devem ser respondidas a respeito das soluções idealizadas” (Vianna et al, 2008, p. 126). Após este momento, serão formuladas várias hipóteses e desenvolvidos vários testes que validem o protótipo final.

Deste modo, para a realização do mesmo, dependendo da seleção material, irá ocorrer a deslocação à entidade produtiva para um acompanhamento frequente do projeto. O

objetivo da prototipagem (...) é formar uma ideia para aprender sobre os pontos fortes e fracos e identificar novas direções para a próxima geração do protótipo mais detalhado e “refinado” (Brown, 2009, p. 90)¹⁷.

Após analisado todos os pontos que poderiam interferir de algum modo neste produto, seguiu-se a prototipagem final.

Através desta metodologia, pretende-se investigar e criar dados fundamentados em panoramas diferentes, uma vez que esta investigação originou-se de uma ligação de carácter interdisciplinar, entre o Design e a Engenharia, sendo indispensável a utilização de um processo misto, onde a comparação e a cooperação entre estes métodos favorecem e influenciam a consecução de resultados finais mais íntegros e expressivos.

O principal objetivo da metodologia de design é explicar como é que os designers pensam e desenvolvem métodos que tornem o processo de design mais eficiente e eficaz (Alexander et al., 1979, cit in Neves et al., 2017).

Assim é possível otimizar o projeto, melhorá-lo em fases específicas ou sob diversos aspetos e assim alcançar um maior potencial de inovação. A interação entre fundamentos da engenharia integrados à criatividade e a aplicabilidade do termo *engenharia criativa* incorporada no aperfeiçoamento criativo e na interpretação, possibilita que a tecnologia resultante da soma destas áreas envolve diferentes agentes fundamentais para a inovação (Barcellos & Junior, 2016, p 7), pois a utilização do Design Thinking como engenharia de ideias tem como objetivo estimular o pensamento criativo, aperfeiçoando a prática e projetando o pensamento visual (2016, p. 6).

Além disso o Design Thinking torna-se numa aproximação que aplica o pensamento do designer e os métodos para a resolução de problemas, respondendo às necessidades dos indivíduos de um modo tecnologicamente praticável e comercialmente viável. De outro modo, o pensamento direcionado no ser humano é a inovação (Brown, 2009). O método acompanha o ciclo do produto de forma integral.

Desta forma, ao interligar o Design e a Engenharia, este método deve proporcionar uma investigação mais apurada, por meio de uma evolução de etapas ou ciclos dimensionando os riscos do processo em si, contribuindo para o desenvolvimento do produto através de uma abordagem holística, ou seja, num melhoramento do ponto de

1

¹⁷ Tradução Livre do Autor “ The goal of prototyping is not to create a working model. It is to give form to an idea to learn about its strengths and weaknesses and to identify new directions for the next generation of more detailed, more refined prototype” (Brown, 2009, pág.90)

vista da sustentabilidade, na resposta e solução de problemas, e focada no público-alvo e nas suas necessidades.

O processo ao beneficiar dos fatores que cruzam o contexto, como o tempo, a comunicação ou a complexidade, a interpretação enquanto processo em design é um método dinâmico, argumentador, cíclico, reciclável e por isso sustentável. Pensar as propostas desta maneira é imergir, analisar, idealizar, construir, experimentar e reanalisar o produto e, se for relevante, redesenhar o projeto, a partir dos protótipos e produto final.

Apoiado pelo conceito técnico da engenharia, o método de projeto é um processo criativo que reconhece as questões técnicas além das ideias e as questões humanas, que se encontram focadas nas necessidades das pessoas.

Neste sentido na metodologia a questão inicial mantém-se inflexível, ignora a complexidade do contexto e exclui o diálogo com a resposta (...), deve-se operar num desenvolvimento aberto, através de avanços e recuos próprios das variações da presente realidade. No que diz respeito à sua aplicação em engenharia, este método passa a ser visto numa perspetiva pragmática como “*Processo de Design de Engenharia Criativa*”, revelando-se um processo criativo da engenharia de projeto, que incorpora características práticas ao projeto no que diz respeito à sua execução técnica (Barcellos & Junior, 2016, p. 4).

Em suma, estes métodos devem ser utilizados de modo a criarem um padrão de ações contínuas que contribuem no planeamento e na concretização das ideias, acompanhando o desenvolvimento e valorizando assim a metodologia que concebe a inovação, resultando na melhoria do produto, através da reavaliação, da reconstrução e correção destas distorções.

2. Contextualização Teórica

2.1. Sustentabilidade



Figura 4 - Triângulo da Sustentabilidade

Fonte: Dalibozhko & Krakovetskaya (2018)

Na base do termo de desenvolvimento sustentável está o conceito “sustentável” do latim *SUSTENTARE* (sustentar; defender; favorecer, apoiar) (Easy Green, 2020). A sustentabilidade é a aptidão que o consumidor ou as empresas têm de se manterem introduzidos num determinado ambiente sem que as suas ações danifiquem violentamente o meio ambiente. Para isso, é necessário desenvolver estratégias para que no futuro existam recursos disponíveis sendo que é imprescindível nunca esquecer que esses constituintes sejam economicamente viáveis, socialmente justos e ecologicamente corretos. Estas três perspectivas formam o Triângulo da Sustentabilidade (Silva, 2014, p. 10)

O termo “meio ambiente” é utilizado para relatar o que nos envolve, tanto o meio ambiente físico natural, como a terra, a água, o clima, as plantas e os animais que podemos ver, o lugar em que vivemos, com a sua dinâmica social, cultural, económica e espiritual (geralmente chamado de meio ambiente humano) (Wiggins (2009, p. 7). Os seres humanos necessitam do meio ambiente natural para sobreviver. Os alimentos, medicamentos, casas, combustível e roupas são todos provenientes deste, por exemplo, a colheita de um agricultor depende de vários fatores como água adequada, luz do sol, solo fértil, ar e solo não-poluídos e uma vida equilibrada de insetos e micro-

organismos. Na ausência de um destes, a colheita estará ameaçada, e o agricultor talvez não tenha comida suficiente para alimentar a sua família ou vender os alimentos (Wiggins,2009).

Atualmente, um profundo e dominador fator de transmutação é o fato de que os limites do nosso planeta tornaram-se evidentes. Na percepção destes marcos deve-se olhar não apenas para o que, em geral, é designado com o termo “problemas ambientais”. Na verdade, o foco privativo no tema ambiental tem-se sujeitado de fatores contingentes: do espaço dedicado pela comunicação social, caso algum novo problema apareça ou alguma catástrofe que aconteça, e da concorrência com outros assuntos que pesam na consciência pública, e por essa razão, existe uma crise económica ou política em curso e não se discute o meio ambiente, pois outros temas aparentam ser de interesse mais imediato (Manzini, 2008, p. 20).

As preocupações ambientais apresentam-se cada vez mais evidentes na sociedade atual, mas apenas começaram a ser compreendidas de forma mais globalizante a partir de 1972, quando os debates começaram a evoluir e levaram mais tarde ao conceito de desenvolvimento sustentável. Este termo não está apenas interligado às questões ambientais, mas também salienta a importância de uma ligação entre questões de âmbito ecológico, social e económico (Cardoso, 2010, p. 111). As novas políticas ambientais de proteção e desenvolvimento sustentável solicitam a procura intensiva de matérias primas e processamentos produtivos inovadores que agradem e satisfaçam os consumidores de uma forma ecologicamente consciente, resultando em produtos diversificados pela qualidade e com um design ambientalmente direcionado (Cardoso, 2010).

No âmbito do plano de ação para a economia circular, em 2017, a União Europeia definiu uma estratégia sobre os plásticos, no qual foram abordadas algumas questões como a reciclabilidade, a biodegradabilidade, a presença de substâncias perigosas em certos plásticos e o lixo marinho, tendo em conta um componente internacional contra a acumulação de plásticos no ambiente. Esta ação tinha como objetivo reduzir até 2020, pelo menos, 30 % o lixo encontrado nas ferramentas de pesca perdidas e nas praias, e reduzir a quantidade de microplásticos no ambiente marinho, limitando, se necessário, a sua utilização em produtos. (Comissão Europeia, 2016, p. 14)

O termo de desenvolvimento sustentável foi redigido originalmente pela comissão mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em relação ao desenvolvimento populacional no mundo Pós Segunda Guerra Mundial (1945), e ao consumo

industrializado da época (WCED, 1987, p.43)¹⁸, considerando que o desenvolvimento sustentável deve corresponder às carências da geração contemporânea sem responsabilizar as necessidades das gerações futuras. Essa definição transmite claramente um dos princípios básicos da sustentabilidade, a perspectiva a longo prazo, uma vez que os interesses das futuras gerações devem ser assegurados (Claro et al, 2008, p. 289).

“A ideia de desenvolvimento económico sustentável é a evolução que permite a assistência das carências do presente sem responsabilizar as gerações futuras de modo a atender às suas necessidades” (Mueller, 1995, p. 66).

Outra definição intrigante foi divulgada, sob a ótica do Design:

“O termo de sustentabilidade ambiental expõe-se às situações sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário. As atividades humanas não precisam de intervir nos ciclos naturais em que se fundamenta tudo o que a recuperação do planeta concede e, ao mesmo tempo, não necessitam enfraquecer o seu património natural, que posteriormente será transmitido às gerações futuras” (Manzini; Vezzoli, 2008, p. 27).

Tendo em consideração o propósito anteriormente mencionado, podemos afirmar que, a ideia principal da sustentabilidade é a proteção dos mais diversos recursos presentes no planeta para que exista a continuidade destes e, posteriormente das gerações que hão de vir, abrangendo os domínios sociais, ambientais e económicos.

Nos últimos anos, verificou-se um acentuado reconhecimento do papel das universidades no que diz respeito a relação e questões que englobam a sustentabilidade ambiental, nomeadamente a institucionalização da sustentabilidade no ensino superior (Bizerril et al, 2018, p. 425). A instituição de ensino também deve procurar a minimizar os impactos ambientais negativos produzidos através dos recursos, das atividades de ensino, investigações, de maneira que a refletir estilos de vida saudáveis e sustentáveis.

Em termos gerais, a sociedade é mais sustentável dependo da sua maior organização, garantindo assim, através das gerações, o bem-estar dos cidadãos e dos ecossistemas. Isto origina que, a sustentabilidade de uma comunidade, esteja justamente pertencente com um modelo de desenvolvimento que se fundamente na utilização dos recursos renováveis e recicláveis (Faustino & Amador, 2016).

Segundo Sachs a sustentabilidade baseia-se em oito medidas principais: sociais, culturais, ecológicas, ambientais, territoriais, económicas, política nacionais e política

1

⁸ WCED: Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

internacionais. Além disso, o autor refere que, a sustentabilidade forma-se num conceito ativo, que leva em conta as carências crescentes das comunidades, num cenário internacional com constantes expansões (2004, p. 29).

Apesar de não serem sinónimos, os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável mostram algumas particularidades semelhantes, especialmente no facto de se debruçarem sobre os problemas ambientais, as interdependências manifestadas das suas relações com a economia e com a sociedade, a solidariedade e a igualdade partilhadas entre todas as nações e gerações, o destaque dado ao individual e ao coletivo, chamando à participação ativa na resolução dos problemas ambientais e sociais, não apenas os governos, os empresários e gestores, mas também os cidadãos e a sociedade civil (Faustino & Amador, 2016, p. 2025).

2.2. Design no âmbito da sustentabilidade

No mundo atual, em que tudo está interligado, a teia de conexões é composta pela complexidade das interações entre o homem, os objetos produzidos por ele e a natureza.

A sustentabilidade deve transpor este complexo em todos os níveis e circular pelas mais distintas áreas do conhecimento, sugerindo a aplicação na sociedade contemporânea da visão totalizadora e não mais compartimentada (Rodrigues et al, 2012, p. 95). Deste modo é indispensável, como propõe Guattari (cit in Rodrigues et al, 2012, p. 96), o conceito de transversalidade entre as várias áreas do conhecimento, incluindo-as de maneira inclusiva, possibilitando conexões inimagináveis.

Neste sentido o design, pelo seu caráter holístico e dinâmico, posiciona-se como uma opção possível na conformidade de uma correta compreensão da realidade atual, visto que na procura pela universalidade, atinge uma realidade mais coerente.

Para o design, atualmente é primordial pensar a sustentabilidade, sendo esta de carácter importante na aplicação de conceitos como requisitos de projeto, pois é através deste que se faz uma difusão da “nova ordem mundial”, que de acordo com Almeida (2002, p. 95) deverá gerar uma mudança de atitude dos países, das instituições, das pessoas e das atitudes empresariais, imprescindíveis de modo certificar a permanência humana.

Todos produtos, independente do seu material, podem provocar impactos ao meio ambiente, seja por meio da sua produção, pelas matérias-primas utilizadas ou ainda durante a sua utilização e descarte. Neste sentido, foi formulada a análise do ciclo

de vida, uma metodologia para avaliação dos aspetos ambientais associados a um produto, transmitindo as etapas que vão desde a recolha das matérias-primas que entram no sistema produtivo até o descarte do produto final (Chehebe, 1997, cit in Cardoso, 2010, pág. 113).

Para Manzini & Vezzoli a estratégia de análise do ciclo de vida dos produtos envolve a minimização de materiais e de energia durante a pré-produção, produção, distribuição, no uso e no descarte de forma sistêmica. Fazem parte dessa interpretação a diminuição do consumo de matéria e energia durante a produção; a pormenorização de materiais e processamentos com menor impacto ambiental; a otimização da vida dos produtos e a durabilidade da vida dos materiais (2005, p. 20).

Os designers, como principais transformadores da sociedade, visto que os projetos afetam o modo de vida dos consumidores, tem a oportunidade de idealizar novas proposições sociais e influenciar atitudes. O seu poder de conscientização social é materializado ao acreditar que para responder às carências humanas não é essencial afetar o meio ambiente. Acreditando na competência de fazer corretamente a sua missão, os designers devem acreditar nas práticas multidisciplinares do ofício, como forma de melhorar o mundo (Rodrigues et al, 2012, p. 97).

Na perspetiva de Bonsiepe a abordagem do design procura a produção de uniformidade que aponta à satisfação da sociedade e os seus resultados podem-se qualificar como uma “inovação sociocultural”. Acrescenta-se aqui a dimensão da problemática ambiental e a transversalidade dos temas em estudo que por serem tão complexos intercalar-se-á o termo “ecologia” com o termo “design” (1997, p. 38).

Desta forma, ao acreditar na colaboração que os designers conseguem difundir, torna-se fundamental o enfoque nesse tema. Tendo em conta o conhecimento humano como um processo dinâmico e integrado, a visualização global de todas as áreas de atuação é fundamental para se difundir a nova forma de pensar o projeto, os produtos e o consumo como foi mencionado por Manzini e Vezzoli (2005, p. 22), onde o desenvolvimento de novos produtos-serviços inerentemente sustentáveis e a proposição de novos cenários que acomodem a estilos de vida sustentáveis, tratando-se de progredir em novos critérios de qualidade que sejam ao mesmo tempo sustentáveis para o ambiente, socialmente admissíveis e culturalmente fascinantes.

O design preconiza-se a idealizar produtos e serviços tendo em conta necessidades humanas. Dentro destes princípios contemporâneos foi destaca as dimensões do Desenvolvimento Sustentável (DS), a inovação e o bem-estar social (Cavalcante et al., 2012, p. 252).

A transformação do nosso atual modo de vida para um mais sustentável, sujeita-se de múltiplos fatores, orientações políticas, institucionais, económicas, sociais, e entre outras, que consigam reduzir com eficiência a degeneração do meio ambiente. No entanto, se a problemática for abordada e tratada perante um único ponto de vista, qualquer tipo de solução mostrar-se-á escassa para um quadro de incidentes graves ao qual todos os seres vivos se apresentam expostos e que exige, de acordo com a sua complexidade, uma reflexão cuidada (Campos & Pereira, 2009, p.1).

Para Manzini a transição rumo à sustentabilidade é um método de aprendizagem a que ficaremos, gradualmente, sujeitados e que reside em viver melhor consumindo menos e revitalizando a qualidade do ecossistema global e das circunstâncias locais em que estamos introduzidos (2008, p. 34).

Esta emergência de desenvolvimento sustentável como projeto político e social da humanidade deve ser promovida na orientação de esforços no sentido de encontrar caminhos para sociedades sustentáveis (Salas-Zapata et al., 2011, p. 699).

Para os designers, a eventualidade de atividade recai na capacidade de dar uma rumo estratégico às próprias ações, o que envolve uma contemplável competência de design: aptidão de gerar visões de um sistema sociotécnico sustentáveis, organizá-las num método coerente de produtos e serviços regenerativos, as soluções sustentáveis, e notificar estas visões e sistemas, convenientemente, para que sejam ratificados e avaliados por um público razoavelmente amplo e competente de modo a aplicá-las efetivamente (Manzini, 2008, p. 28).

O designer demonstra-se um fator importante para a mudança da sociedade, visto ser o criador de novidades que podem posteriormente afetar o modo de vida dos consumidores, através de produtos, aplicações e serviços. Esta função pode ser comprometida quando é ligado o que é factível tecnicamente/tecnologicamente ao que é ecologicamente fundamental, fazendo manifestar-se novas proposições que sejam determináveis na área social e cultural, estando incluídas as soluções no âmbito sustentável, as quais devem ser as melhores possíveis, seja para inovar ou alterar determinado produto, pois o profissional em questão tem a responsabilidade de idealizar para uma vida melhor e contínua (Macedo et al, 2006, p. 1).

Para Manzini o Design para a Sustentabilidade tem em consideração os problemas ambientais e o estudo do ciclo de vida no Design de Produto. Neste sentido, procura-se contrabalançar o sistema produtivo com as carências do bem-estar social, otimizando os sistemas e a vida útil dos produtos, tendo como ponto de identidade a redução dos impactos ambientais (cit in Cavalcante et al.,2012, p. 259)

2.3 Precursores do Design para o Ambiente

Para um melhor entendimento sobre a sustentabilidade é fundamental analisar o modelo de desenvolvimento em que a nossa sociedade está sustentada e que provém da revolução industrial, no final do século XIX.

Este modelo baseia-se em três premissas:

- (1) desenvolvimento permanente, ou seja, não há evolução se não houver crescimento económico;
- (2) existe uma riqueza quase infinita de recursos;
- (3) é simples e económico adquirir e modificar esses recursos, pois não é essencial pagar ao fornecedor “Terra” existindo muita mão-de-obra.

Atualmente, estes três fatores não são verdadeiros e têm transferido efeitos secundários prejudiciais, pois é irrealizável uma sociedade habitar num planeta limitado e continuar a crescer eternamente aguentando um uso irregular dos recursos (Vicente, 2012, p. 48).

Embora este modelo de desenvolvimento tenha gerado um grande aumento de bem-estar e qualidade de vida, tem incitado problemas ambientais e sociais reveladores, onde 20% da população está a dissipar 80% dos recursos e se os restantes 80% da população alcance o mesmo nível de vida, caminharemos para uma catástrofe ecológica já em curso, e se apenas uma parte destes adquirirem e a maioria não, teremos uma catástrofe social (Vezzoli e Manzini, 2008).

Com a Revolução Industrial, final do século XIX, apareceram também pensamentos filosóficos que espelhavam as implicações sociais, morais, éticas e ambientais, quer sobre a Humanidade quer sobre o planeta. Assim, a base da sustentabilidade baseia-se sobre a ligação do ser humano com a natureza, tal como foi declarado no movimento transcendentalista no início do séc. XIX por Henry David Thoreau (1817-1862) e Ralph Waldo Emerson (1803-1882) que acreditavam na admiração da natureza pelo seu simbolismo e espiritualidade e que esta deveria servir de guia para a evolução humana (Edwards, 2005, p.12). De acordo com Vicente, Thoreau (1817-1862), considerado um dos avós do ambientalismo sendo um dos protagonistas do movimento naturalista ou conservacionista, tendo como figura principal John Muir (1838-1914) (2012, p.49). Este movimento observava a natureza de forma mais pragmática como um ecossistema com uma importância particular e que servia de base à sobrevivência.

Deste modo, um dos legados do séc. XIX para o séc. XX seria a indispensabilidade de uma abordagem ética fundamentada no respeito pela natureza (Edwards, 2005, p. 13).

O movimento *Arts and Crafts*, por esta altura, promovia a qualidade, não só material, mas também racional, do trabalho artesanal face à industrialização de modo provar de algum sentido e veracidade na produção de objetos, que deixou de existir devido ao afastamento entre a indústria e a Natureza (Morris, 1919, p. 15). Segundo Pevsner, William Morris (1834-1896) considerava a máquina como seu inimigo, e o sua contestação pelos meios de produção modernos foi-se mantendo inalterado pelos seus seguidores (2000, p. 24)¹⁹. O movimento Arts and Crafts veio trazer um reviver do artesanato artístico em negação a industrialização dos produtos em massa ²⁰ (1936, p. 25).

Independentemente da finalidade de conceber produtos carregados de sentido e beleza para todos e a preços acessíveis ter falhado, esta visão de aproveitar a produção artística como orientação para a produção industrial subsistiu em grande parte através da atividade do design, particularmente na Deutsche Werkbund e na Bauhaus, que auxiliaram a definir a profissão de designer nos termos gerais que a compreendemos atualmente, misturando a inclusão artística com agregação da normalização e simplificação industrial (Bürdek, 2006, p. 25).

O nascimento do movimento ambientalista moderno nos anos 60, que muitos atribuem ao livro pioneiro de Rachel Carson (1907-1964), "*Silent Spring*"²¹, de 1962 (Carson, 2000, p. 8) conduziu a uma maior consciência dos problemas ambientais por todo o mundo, alertando a humanidade para as falhas do modelo de atividade económica sem comprometimento ambiental e social. Também foi nas décadas de 50 e 60, que os mercados foram abarrotados de facilidades, produtos congelados, embalagens descartáveis, inovações e redução da vida útil dos produtos (Silveira, 2015, p. 12).

O pensamento de que habitamos num planeta limitado foi solidificada em 1968 quando a NASA tirou uma fotografia ao planeta Terra (Gore, 2006), onde, pela primeira vez na história, foi possível vê-la suspensa e sozinha no silêncio do espaço. Contudo, a consciencialização da humanidade estar a poluir e destruir os recursos naturais, só se percebeu devido aos avanços tecnológicos que permitiram identificar substâncias

¹⁹ Tradução Livre do Autor : "*The machine was Morris's arch-enemy: As a condition of life, production by machinery is altogether an evil.*" (Pevsner ,1936, p.24)

²⁰ Tradução Livre do Autor: "*The Arts and Crafts Movement brought a revival of artistic craftsmanship not of industrial art.*" (Pevsner ,1936, p.25)

²¹ *Silent Spring* : Primavera Silenciosa

tóxicas no ambiente (Lovelock, 1990, p. 101). Este facto revela bem a dualidade existente na evolução das sociedades que permitiu o acontecimento destes paradoxos.

Ainda nos anos 60, era evidente que os conceitos modernistas utilizados em diversos países não foram competentes para se contraporem às alterações de paradigmas da sociedade de consumo do pós-guerra e as questões alusivas com os efeitos da produção em massa no ambiente e na sociedade viriam a ser deixadas para um grupo de ecologistas pós-modernos e designers alternativos (Fuad-Luke, 2009, p. 43). Iniciavam-se assim o crescimento de alguns movimentos e debates na área do design com o objetivo de se considerar o impacto desta disciplina na economia, no ambiente e na sociedade. O auge deste momento ocorre após o lançamento do livro de Victor Papanek "*Design for the Real World*" em 1971, onde o design é exposto como uma das profissões que mais potencial tem para prejudicar ou proteger o ambiente natural como o humano (Vicente, 2012, p. 49).

Para Papanek a profissão do designer e o impacto que ela tem, ambientalmente, socialmente e economicamente, é descrita como uma visão negra desta atividade apontando a novos caminhos através da inovação, da pesquisa, da ética e responsabilização do designer, através da educação e também pela aplicação de materiais e processos que causem um menor impacto no ambiente (1972, pág. 67)²². Assim sendo, é uma conceção de design ambientalmente e com uma visão mais salientada na resolução de problemas existentes do que na idealização de produtos momentâneos. Esta visão viria a ser mais tarde considerada como extremismo ambientalista nos anos 90 do séc. XX e atualmente recuperada .

Neste sentido, a visão de Papanek contribuiu para a evolução da consciência ambiental e social dos designers e com ela a eventualidade de invenção das primeiras ferramentas, processos e metodologias de avaliação, tendo em vista o impacto ambiental.

²²

² Tradução Livre do Autor : "The designer-planner shares responsibility for nearly all of our products and tools and hence nearly all our environmental mistakes. He is responsible either through bad design or by default: by having thrown away his responsible creative abilities, by "not getting involved," or by "muddling through" (Papanek, 1972, p.67)

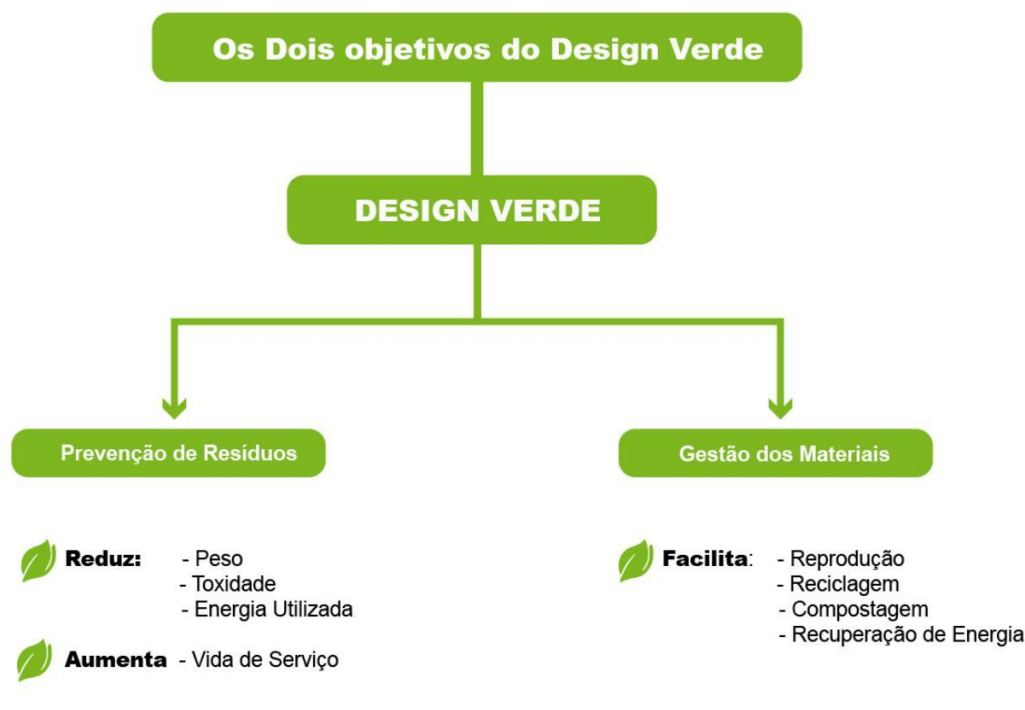


Figura 5 - Objetivos do Design Verde

Fonte: Adaptada de Dewberry (1996, p. 30)

Desde o final dos anos 70, nomeadamente desde a conferência *Design for Need*, organizada pelo ICSID²³ em 1976, foi proposta uma atitude para a prática do design perante as preocupações ambientais, onde foi demonstrada e materializada preocupações ambientais dos produtos, como a supressão de materiais tóxicos ou a promoção de utilização de materiais reciclados (Vicente, 2012, p. 51). Este sistema de design intitulado de Design Verde, origina-se na sequência da postura da indústria para a adesão de sistemas de tratamento da poluição, tendo em conta dois grandes objetivos: a prevenção de resíduos e a melhor gestão dos materiais (Dewberry, 1996, p. 30).

²

³ ICSID: International Council of Societies of Industrial Design (ICSID), Disponível em: <https://wdo.org/about/history>, Acesso a: 12/12/2020

2.4 Eco Design

Assim como o próprio nome aparenta, o Design Ecológico, também sumarizado como Eco Design, aborda a visão do design de um ponto de vista ecológico. O Eco Design é um movimento mundial, que consiste essencialmente na preocupação entre a criação de um produto e o seu impacto para com o meio ambiente. (Neves, 2011, pág. 3)

Em outras palavras, o Design Ecológico tornou-se um conjunto de experiências de projeto utilizadas no desenvolvimento de produtos e processos eco-eficientes, ou até mesmo num modo de projetar onde a execução deste respeita o meio ambiente, a saúde e segurança em todo o ciclo de vida do produto e do processamento (Fiksel, 1996, cit in Fiksel et al, 1998, pág. 8)²⁴.

A primeira definição do termo Eco Design surgiu na Europa nos anos de 1960. A definição de Victor Papanek é a mais dominante e mais estudada (Neves, 2011, pág. 3). Este defendeu a ideia do design centralizado no ser humano, na ecologia e na ética e solicitou abertamente os designers o seu comprometimento social das suas ações: "A única importância, no design, é a sua relação com as pessoas"²⁵ (Papanek, 1972, p. 255).

O uso da menor quantidade possível de energia nos processamentos de fabricação, a sintetização de produtos mais duradouras que evitam, a constante troca, o desenvolvimento de produtos que atendam às técnicas de criação para aperfeiçoamentos de projeto, como DFE²⁶, onde os produtos são simples de decompor e substituir peças, são algumas das principais características do Design Ecológico (Neves, 2011, p. 3).

A partir da metade dos anos 90 do séc. XX, o Eco Design manifesta-se, particularmente nos países mais industrializados, como uma resposta à necessidade de se executar estratégias para a conceção de produtos industriais com menor impacto ambiental. O Eco Design procura diminuir os efeitos secundários nos processos produtivos em todas as fases do ciclo de vida do produto. Esta abordagem reflete desde a aquisição de matérias-primas, passando pelo método de transformação, produção e montagem,

2

²⁴ Tradução Livre do Autor : "A first step toward sustainable product development is practicing eco-design, or Design for Environment (DFE), which may be defined as systematic consideration of design performance with respect to environmental, health and safety (EH&S) objectives over the full product life cycle" (Fiksel, 1996, cit in Fiksel et al, 1998, pág.8).

²⁵ Tradução Livre do Autor: "What should be of concern to the designer is the relationship between the home and the way in which people live today" (Papanek, 1972, pág. 255)

²⁶ Design for Environment, conhecido como green design (design verde)

embalagem, transporte, uso por parte dos consumidores, recolhimento após o uso e, finalmente, reutilização ou reciclagem (Braga, 2014, p. 29). O ciclo de vida dos produtos pode ser mais bem entendido pela observação da Figura 6.



Figura 6 - CICLO DE VIDA

Fonte: Adaptado de Manzini e Vezzoli (2005, pág. 92)

No âmbito do design, considera-se o Análise do Ciclo de Vida (ACV) ou *Life-Cycle Assessment* (LCA) um processo cíclico de análise do produto desde a extração dos recursos necessários para a produção dos materiais que o compõem [nascimento] até o ‘último tratamento’ [morte] desses mesmos materiais após o uso do produto» (Manzini e Vezzoli, 2005, p. 91). Em todas as etapas desse ciclo, ocorrem diferentes processos que os caracterizam, como exposto na tabela 1.

Fases do ciclo de vida de produtos e descrição dos processos que as caracterizam

	Na primeira fase do ciclo de vida de um produto, ocorre a extração de recursos naturais e o consumo de energia para a sua transformação em matérias-primas de produção, além do transporte até às indústrias de transformação.
	Esta fase é composta pela produção e fabricação dos produtos, o que envolve a transformação dos materiais, a montagem e o acabamento.
	Após o produto acabado, este é embalado e encaminhado aos postos de venda e é feita a distribuição ao consumidor final, envolvendo a sua embalagem, armazenamento e transporte
	Esta é fase e que o produto é utilizado pelo consumidor, no qual, ocorre o consumo de energia, de água e de outros produtos de consumo, existindo por vezes a necessidade de manutenção durante um determinado período de tempo.
	Nesta fase, o descarte dos produtos pode ser por diferentes meios, como aterros, incineração ou compostagem. Outro Facto que pode ocorrer, nessa fase é o envio do produto para uma reciclagem parcial ou integral.

Tabela 1 - Descrição Fases do ciclo de vida dos produtos

Fonte: Adaptado de Manzini e Vezzoli (2005)

Diversas características desta tendência originaram-se a partir da forte necessidade do homem de conseguir conviver de forma mais coerente e menos agressiva com o meio ambiente. Na natureza, pode-se dizer que a fauna e a flora coabitam pacificamente onde tudo faz parte de um ilimitado ciclo natural, onde nada é perdido, ou não há vencedor ou perdedor. (Neves, 2011,p.3)

Existem vários termos usados para descrever o “design ambientalmente responsável”. Incluídos nestes estão o Design Verde, Design para o meio ambiente, Design do Ciclo

de Vida, Design Ecológico e Design Sustentável (Dewberry, 1996, p. 28)²⁷. Estes termos relacionam-se a diferentes níveis de design ambientalmente responsável, pois todos abordam as questões principais, reduzir o impacto ambiental de um projeto em parte ou durante todo o seu ciclo de vida.

Além disso a autora refere que:

“Além de uma abordagem de eco design, subsiste um tipo de design que visa satisfazer os critérios de design dentro do complexo sistema de desenvolvimento sustentável; isto é referido como design sustentável. A este nível de design ambientalmente responsável o projeto atende não só aos pedidos atuais do mercado, mas também permite que o designer desenvolva produtos que fazem melhorias ambientais. O ponto chave é que o produto não deve ir além do mercado atual na aceitação da "novidade" ou ser "radical" (por exemplo, o design de um carro com catalisador e para-choques reciclados em oposição a um veículo movido a energia solar). Existem paralelos aqui com o limite da abordagem de ecodesign, que indicam mais para uma abordagem sistemática”. (Dewberry, 1996, p. 29)²⁸

O Green e o Eco Design, de acordo com Barbero e Cozzo²⁹ (2010, p.12), são determinados pela capacidade imaginativa na procura de sistemas, tecnologias e estratégias de produção alternativas. O desempenho de um produto não se deve limitar à funcionalidade ou à estética, o design não só tem a capacidade de desenhar a forma como também de modernizar os processos de produção e os hábitos comportamentais, tendo em vista uma maior sustentabilidade ambiental. Os autores comprovam ainda que o Eco Design prova que a ética e a estética podem coexistir facilmente em produtos funcionais, ecológicos e não necessariamente dispendiosos.

2

⁷ Tradução Livre do Autor: “There are a number of terms used to describe ‘environmentally responsible design’. Included in these are green design, design for environment, life-cycle design, eco-design and sustainable design - this is not an all inclusive list. Such terms relate to different levels - of environmentally responsible design all of which address the main issue of reducing the environmental impact of a design in part or over its entire life cycle.” (Dewberry, 1996, pág.28)

2

⁸ Tradução Livre do Autor: “...termed ecodesign or lifecycle design; here the design process attempts to reduce and balance the environmental impacts of a product at each stage of its life cycle, from raw materials through to end of life disposal. At this level of environmentally responsible design the project addresses the current demands of the market but allows the designer to develop products that make sound environmental improvements. The key point is that the product must not go beyond the current market acceptance of ‘newness’ or be too ‘radical’ (e.g. the design of a car with catalyst and recycled bumpers as opposed to a solar powered vehicle). There are parallels here with the confines of the ecodesign approach which is moving more towards a systematic approach. (Dewberry 1996, pág 29)

2

⁹ Tradução Livre do Autor: “In fact, ecodesign is characterized by a vibrant creative ability to search for alternative systems, technologies and production strategies.”

Os designers, nos seus projetos, deveriam ter como objetivo procurar novas formas de desenvolver tecnologias eficientes de modo a reduzir o impacto humano em todas as etapas do ciclo do consumo; desde a escolha da matéria-prima, produção, uso e descarte. Para isso seria fundamental a colaboração com profissionais de várias áreas refletindo assim os diversos nichos produtivos, de marketing, comércio, tecnologia e principalmente educação (Silveiro, 2011, p.16).

2.5. Design Sustentável

Associando o termo de sustentabilidade ao conceito de Design, origina-se o Design Sustentável. Para ser sustentável, qualquer projeto tem que ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceite (Pazmino, 2007). A ideia de utilizar o Design como instrumento para projetar produtos, serviços sustentáveis por completo é defendida por especialistas da área preocupados com este tema e por todos aqueles que defendem o meio ambiente. Muitas vezes o Design Sustentável é confundido, ou até mesmo interpretado, por muitos como sendo o mesmo que Eco Design, no entanto, apesar de terem propósitos semelhantes, as aplicações e metodologias são divergentes. O Design Ecológico pode ser refletido numa fase imprescindível ao Design Sustentável. Quando implementado na integralidade, o Design Sustentável usa os conceitos do Eco Design intuitivamente. O Design Ecológico pode ser visto como uma ação tímida por parte dos especialistas em relação ao mercado (Neves, 2011, p. 5).

Segundo Schmit define a Dimensão Ambiental do Desenvolvimento Sustentável como o capital natural e pode abranger as questões referidas às ciências naturais, ecologia, diversidade biológica, poluição, proteção da saúde humana e administração de recursos renováveis e não-renováveis, entre outros (2007, cit in Fukushima, 2009, pág 22). Por outras palavras, pode-se compreender esta dimensão como a sustentabilidade dos recursos naturais.

No projeto de um produto, por exemplo, as ações do designer podem envolver a utilização de princípios como a minimização de recursos, seleção de recursos de baixo impacto, extensão da vida dos materiais, otimização da vida dos materiais e facilidade de montagem/desmontagem entre outros (Tukker, et al., 2006, p. 7).

Este conceito de imparcialidade ambiental contraria as práticas comerciais convencionais em que se determina a uniformidade de que o consumo de bens entre os mais ricos origina benefícios entre os mais pobres, por exemplo o emprego (Fukushima,

2009, p. 23). Este paradigma evidencia-se quando ocorre uma crise económica, como a que aconteceu a nível mundial em 2008, no setor financeiro. Nestes casos “aumentar o consumo” é indicado como o caminho para mobilizar as economias para fora da crise, ignorando alternativas de desenvolvimento, como rumo para os serviços. Além disso os impactos ambientais a longo prazo, atingem os mais pobres (Tukker, 2008, cit in Fukushima, 2009, p. 23).

Por fim, a Dimensão Social do desenvolvimento sustentável encontra-se referida de forma direta com a satisfação e felicidade do ser humano. Segundo Schmit alguns indicadores desta dimensão social, relacionados com produtos e serviços abrangem recompensas justas, horas de trabalho razoáveis, ambiente de trabalho seguro e saudável, proibição de mão-de-obra infantil e do trabalho forçado e o respeito aos direitos humanos. A prática do design sustentável associada à dimensão social auxiliou a evolução na procura pela ética social na sociedade, assim como das empresas (2007, cit in Fukushima, p. 23).

Para Enzo Manzini os projetos que colaboram com inovação social possuem características que se destacam, com o objetivo de produzir uma mudança sustentável numa escala regional, tendo em vista a participação ativa dos cidadãos. O autor ainda afirma que, o design para a inovação social, pode ser caracterizado como um processo dinâmico que abrange metodologias de cocriação, através de uma atividade proactiva, onde o designer atua através dos diferentes interesses, e uma atividade complexa e colaborativa que necessita de protótipos e iterações para orientar o seu desenvolvimento (2014, p. 5).

Na perspetiva de Manzini & Vezzoli (2005) o profissional da área de design, tem a facilidade de reorientar os sistemas de produção e de consumo se existirem valores positivos e critérios de qualidade para colocar na base da nova geração de produtos e de serviços. Em contrapartida, como tudo não pode ser inventado, deve ser procurado e investigado na própria sociedade, visualizando as dinâmicas evolutivas que as transformam, de modo que a sociedade exprima sua requisição na procura de uma nova condição ambiental.

Para que um sistema produtivo possa ser considerado ambientalmente sustentável, o número de recursos usados para gerar o bem-estar deve ser permanentemente limitado ao tamanho e à qualidade, de modo a não excederem as fontes de matéria-prima e

energia, nomeadamente aquelas providas dos sistemas naturais (Spangenberg & Bonniot, 1998, p 3)³⁰.

Neste sentido, pressupõe-se que um produto para ser considerado sustentável, necessita de ser executado, desde o seu planeamento, até à sua concretização, dentro de um ciclo sustentável, no qual deve ser considerado o ciclo da vida e o respeitante projeto do produto, englobando a redução dos recursos e a seleção correta dos mesmos, a otimização da vida dos produtos, a prolongação da vida dos materiais, simplificação da desmontagem de um produto e as vantagens do *Life Cycle Design* (*ciclo de vida*) (Manzini & Vezzoli, 2002, p. 105).

Assim, todas as ações que irão acontecer e as trocas que o produto terá com o meio ambiente, foi imprescindível analisar, quais as medidas mais adequadas para que no futuro não ocorram anomalias, assim como a redução de uso dos recursos, ou seja, minimização do consumo de matéria-prima e energia para um produto ou serviço, a seleção correta daqueles materiais com baixo impacto ambiental, nomeadamente a maneira como serão processados, sendo fundamental compreender se emitirão substâncias tóxicas, se haverá aumento do tempo de vida dos produtos ou quais são os materiais utilizados para que sejam futuramente reutilizados, além de considerar um modo de separação mais fácil para que estes possam ser reciclados ou reaproveitados de forma individualizada (Rodrigues et al, 2012, p. 98)

No desenvolvimento de produtos sustentáveis tem-se a problemática da duração dos mesmo no meio ambiente; desde a sua conceção até ao seu descarte ou reaproveitamento/reciclagem. A durabilidade, como refere Kazazian (2005, p. 45) pode ser estimulada pelos avanços técnicos ou subjetiva, motivada pelo aspeto ditado pela moda.

Desenvolver com qualidade a duração da vida de um produto é um método apropriado para uma empresa. O produto visto como sistema é um ponto fundamental para se abranger, investigar e analisar o seu ciclo de vida, pois o produto “é interpretado em relação aos fluxos - de matéria, energia e emissão – das atividades que o acompanham em toda a sua vida” (Manzini & Vezzoli 2002, p. 91)

O ciclo de vida de um produto pode ser entendido como um conjunto de processos reunidos de acordo com Manzini e Vezzoli (2002, pág. 91) em: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. Segundo Cardoso (2010, p. 113) esta otimização pode ser

³

⁰ Tradução livre do Autor: “An economic system is environmentally sustainable only as long as the amount of resources utilised to generate welfare is permanently restricted to a size and a quality that does not overexploit the sources, or overbunder the sinks, provided by ecosphere. (Spangenberg & Bonnoit, 1998, pág.3)

executada de múltiplas formas, como a congregação dos materiais a serem utilizados tornando-os mais persistentes, a diversidade de usos e funções, serviços de manutenção, a capacidade de atualização e reutilização, a simplificação das partes que formam o produto, a projeção de produtos para uso coletivo.

De acordo com Cardoso (2010, p. 113) existem algumas formas de agir em cada uma das fases, na procura de uma produção mais sustentável:

- a. Redução dos consumos de matéria e energia: diminuir perdas e resíduos na produção; diminuir a espessura do material apenas ao necessário sem prejudicar a resistência; elaborar objetos multifuncionais; utilizar sistemas computadorizados de forma a calcular o consumo energético e eventuais restos de material; conter o excesso de embalagens.
- b. Especificação de materiais e processos com baixo impacto ambiental: conter o usos de materiais tóxicos e prejudiciais no produto; utilizar materiais renováveis ou de resíduos de processos produtivos; optar por tecnologias de transformação com menor impacto.
- c. Otimização da vida dos produtos: delinear a duração pertinente; possibilitar a reparação e reutilização; limitar o número de parte e elementos; idealizar produtos de carácter coletivo.
- d. Extensão da vida dos materiais através da reciclagem: definir os materiais para uma separação adequada ao longo da reciclagem; dismantelar facilmente de forma a proporcionar uma boa limpeza e/ou lavagem; reduzir o a quantidade de materiais incompatíveis entre si.

A percepção das crianças também deve ser trabalhada, o design pode participar na construção da infância através do seu tributo na produção de material didático, jogos, brinquedos, roupas e todo um conjunto de objetos e imagens que nos rodeiam, tendo um importante papel na formação do cidadão do futuro (Silveira, 2015, p.65). No entanto, não devemos pensar somente nas crianças e nos limitarmos apenas ao futuro, o design pode e deve atuar no momento e no dia a dia das pessoas, através de livros, revistas, internet, mobiliário, objetos, transporte, comunicação social, alimentação, lazer, saúde, e entre outros.

Se em cada um desses momentos de criação, o designer perceber de alguma maneira como fortalecer a consciência ambiental será possível atingir as mais variadas classes, géneros e idades (Silveira, 2015)

2.6. O consumo, a "necessidade" e a mudança de hábitos

A Sociedade de Consumo tem o seu princípio na revolução industrial caracterizando-se pela riqueza e diversidade de bens e serviços que são colocados à disposição dos consumidores. Os incentivos ao consumo são diversos e renovam-se (Silva, 2014, p. 7).

Segundo Bauman ³¹ (1998, p. 82), a cultura do consumo proporciona por um lado um oblívio na medida de satisfação adquirida com os seus produtos, durante o tempo essencial para o seu consumo, e por outro lado, os impactos ambientais e sociais do ciclo produtivo necessário ao consumo. Nas últimas décadas, têm-se observado um acréscimo de rendimento por parte das famílias, o que origina um aumento no consumo que se contempla ainda alargado pela comercialização e explorado nos novos serviços e produtos, enquanto ao mesmo tempo, presencia-se um reflexo gradual de movimentos anti consumo, readquirindo estilos de vida prudentes e conscientemente atentos ao ambiente e a todas as implicações inerentes ao ato de consumir. O surgimento de novos bens de consumo, tais como telemóveis e computadores, tornaram-se um “transporte” indispensável à atualidade e partilha de comunicação. Assim, as necessidades de renovação e de consumo das famílias aumentaram por força dos distintos fatores de insustentabilidade que tem vindo a agravar-se, por força dos processos de globalização, assim como da tecnologia, todos estes processos são alargados, ganhando uma maior dimensão (Silva, 2014, p.7).

O consumo passou a ser uma carência física e psicológica, as pessoas trabalham para comprar bens que saciam essas necessidades (casa, carro novo, móveis confortáveis, telemóvel de última geração) (Silveira, et al, 2015, não paginado)

O marketing atualmente lança as campanhas afixando imagens na cabeça do consumidor convencendo-o do porquê de substituir um objeto por outro mais completo. O efeito é uma superpopulação, consumista que produz toneladas de lixo diariamente e devora os recursos naturais de maneira deteriorante e irreversível. É inexequível movimentar de uma só vez toda a sociedade, mas através da vulgarização de modos

3

¹ Tradução Livre do Autor: “The culture of consumer society is mostly about forgetting, not learning. Indeed, when the waiting is taken out of wanting and the walking out of waiting, the consumption capacity of consumers may be stretched far beyond the limits set by any natural or acquired needs; also, the physical endurability of the objects of desire is no longer required. The traditional relationship between needs and their satisfaction is reversed: the promise and hope of satisfaction precedes the need promised to be satisfied and will be always more intense and alluring than the extant needs” (Bauman, 1998, p. 82)

de vida sustentáveis, em vários pontos do planeta, pode-se originar uma rede capaz de amplificar o ângulo de visão da população para além do círculo do consumo.

Os designers, por meio da atuação direta na relação produto-consumidor, é fundamentalmente importantes para a instituição de uma mentalidade ecológica, pois ao relacionar-se com diversas áreas do conhecimento, através de estudos transdisciplinares e metodologias sistêmicas, pode originar-se critérios simplificadores através da conceção de novos métodos na busca por soluções inéditas para aperfeiçoar o conhecimento (Silveira, et al, 2015).

Segundo Rifkin (1995, p. 236), a tecnologia proporcionará não só a substituição da força humana, mas também do pensamento, uma vez que as máquinas racionais e *softwares* irão aumentar ainda mais o desemprego em todas as atividades económicas. Nesse contexto, numa época em que as pessoas se preocupam cada vez mais em preservar o desperdício económico ou ecológico, dissipa-se o recurso mais valioso, a inteligência, recusando-se a levá-la em conta, desenvolvê-la e empregá-la.

Assim, o primeiro passo para o desenvolvimento social, está na valorização do homem como ser inteligente e em sua busca pela relação coletiva, onde o indivíduo transaciona a sua força de trabalho de modo quantitativo e facilmente mensurável, conseguirá ser substituído por fabricantes independentes através da apreciação qualitativa e distinta de atividades. Dessa maneira, com maior valorização humana e melhor qualidade de trabalho, obtêm-se avanços nas condições sociais e, possivelmente, nas ambientais baseados em projetos elaborados para produtos de melhor qualidade, mais duráveis e eco-eficientes. (Lévy, 2007, p. 29).

O Design é um instrumento excessivamente fundamental na vida do homem, estando direcionado não só meio em que vive, mas também à sociedade, pois o Design tem como objetivo proporcionar o melhor bem-estar possível. Nas últimas décadas, estas disciplinas têm sido utilizadas, por vezes, utilizada para propósitos estéticos e emocionais no qual procuram um maior lucro para as indústrias, ou seja, passou a ser direcionada para fins capitalistas, sem se preocupar com o ambiente, ou até mesmo com o ser humano (Neves, 2011, p. 7).

Para Thackara é imprescindível usar mais a sensibilidade no pensar, no agir e nas relações. Neste sentido é fundamental proporcionar novas relações fora das zonas de conforto, instruir novas formas de participar e orientar projetos, melhorar a capacidade de todos os cidadãos no envolvimento de diálogo significativo sobre o meio ambiente e

promover novos relacionamentos entre as pessoas que fazem as coisas e as pessoas que as utilizam (2008, p. 8)³²

Neste sentido, para que os aspetos sociais e ambientais sejam melhorados é fundamental que ocorra uma mudança de paradigma e que seja desenvolvido novos conceitos de bem-estar desassociados das crescentes necessidades factícias por produtos e serviços. No entanto, esta mudança deve manifestar-se como uma escolha positiva e compreendida como um aperfeiçoamento nas condições de vida individual ou coletiva e não como uma conduta a circunstâncias desastrosas ou imposições autoritárias (Silveira, et al, 2015, s/p).

Segundo Manzini, a ideia de bem-estar é uma construção social que se configura ao longo do tempo, tendo em conta uma diversidade de fatores. Este conceito é atualmente difundido por todo o mundo, tendo surgido com a Revolução Industrial, sofrendo progressivas mudanças, seguindo a evolução da sociedade, e revelando-se como um grupo dinâmico e articulado de visões, expectativas e critérios de avaliação que associem uma persistente característica: aliar a perceção de bem-estar a uma disponibilidade sempre maior de produtos e serviços (2008, p. 39).

Segundo Walker (2006, cit in Silveira et al, 2015, s/p), os designers precisam de conhecer as consequências prejudiciais das suas atividades, mas a sua atitude deve ir além do desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos, através de uma requalificação da formulação estética e funcional, presumindo-se a necessidade de um saber vasto e consistente para a formulação de novos conceitos apontando um modo de vida mais adequado às condições atuais.

Ao identificar a natureza insustentável de muitas das práticas atuais, tem-se a eventualidade de construir uma sociedade mais consciente a partir de abordagens profundas e complexas sobre a sustentabilidade.

Se não fosse a tecnologia, o desenvolvimento nas áreas da saúde, construção e agricultura a situação humana seria ainda mais instável (Silveira, 2015, s/p). No entanto, é importante que todos tenham consciência de que cada ação tem um comportamento em cadeia que pode prejudicar toda a humanidade devido à atual situação global, no qual é necessário reduzir progressivamente as consequências do desenvolvimento. Para que isto tudo seja possível é fundamental a valorizar o ser humano com a mesma força aplicada ao progresso econômico e tecnológico. É na construção desta visão que

3

² Tradução livre do autor: “We need to think, connect, act, and start processes with sensitivity. We need to foster new relationships outside our usual stomping grounds. We have to learn new ways to collaborate and do projects.” (Thackara, 2008, pág. 8)

as universidades devem se direcionar, o principal problema do ensino superior é o fato das universidades não darem atenção suficiente aos aspetos ecológicos, sociais, económicos do ambiente onde o profissional irá atuar.

“A educação é um processo em que o ambiente muda o aluno, e o aluno muda o ambiente. Em outras palavras, ambos são interativos” ³³ (Papanek, 1972, p. 277).

A verdade é que os princípios do mundo académico encontram-se atrasados em correspondência ao que acontece no mundo “real” e esse retardamento transtorna o desenvolvimento de um estilo de vida coerente com os problemas atuais. (Silveira, 2015, não paginado)

Os auxílios tecnológicos como eletricidade, combustível, juntamente com as formas de fabrico em cadeia, derivados do *taylorismo*³⁴ e do *fordismo*³⁵, propulsionaram a geração de bens em grande escala e com um alusivo valor por unidade (Zarinato & Rotondaro, 2016, p.79). A oferta de novos materiais e de trabalho mais baratos difundiu produtos de menor qualidade para outras classes sociais. Ao mesmo tempo, as cidades tornaram-se o lugar de imaginação de novas formas de vida, de ficções de modernidade e de relações sociais propagadas pelos meios de comunicação. A publicidade estimulou o consumo, persuadindo o consumidor através da recomendação, eliminando assim a racionalidade económica da troca. O produto passou a ser considerado um direito e não resultado de um trabalho, materializando associações simbólicas que não têm forçosamente relação com o produto vendido, tornando o consumo um ritual coletivo (Baudrillard, 1995, p. 110).

As Nações Unidas apontam para que, em 2050, a população mundial utilize o semelhante a mais de dois planetas, caso os hábitos de consumo não sejam modificados. O facto de não haver um controlo na aplicação dos recursos poderá levar não só à extinção da biodiversidade bem como a destruição de ecossistemas e a sua

³

³³ Tradução Livre do Autor. “Education is a process in which the environment changes the learner, and the learner changes the environment. In other words, both are interactive.” (Papanek, 1972, p.277).

³

³⁴ O Taylorismo tinha como princípios básicos a divisão do trabalho, a padronização das tarefas, a separação entre planeamento e execução e a criação de um trabalhador que fosse simples de treinar e substituível. Um dos seus subprodutos consistia em que o trabalhador perdesse o saber do trabalho, passando a ser comandado pela máquina. Através destas medidas, conseguiu reduzir significativamente o número de funcionários por meio de técnicas elementares que podiam ser cronometradas, traçadas e instruídas a qualquer pessoa. (Vidal, 2002)

³

³⁵ O Fordismo tem como objetivo a produção em grande escala, implicando também um consumo ao mesmo nível. Através do modelo T, este sistema permitiu a aceleração da produção por meio de um trabalho ritmado, coordenado e económico. Esta necessidade levou à criação de salários mais altos por parte dos capitalistas, que dividiam também os lucros com os trabalhadores, possibilitando-lhes um poder de comprar com o intuito de comprarem o produziam. (Vidal, 2002)

capacidade de gerar recursos e serviços necessários para a sobrevivência da humanidade. (WWF, 2006, p.20)

2.7. Materiais sustentáveis

Tornou-se claro e vital a procura de materiais e processos produtivos que correspondam aos princípios da sustentabilidade. Posto isto, o designer possuiu um papel muito importante uma vez que se torna responsável por idealizar artefactos industriais que originem o menor número de desperdícios e que possibilitem encerrar o ciclo de vida de toda a matéria e energia empregue em processos produtivos através da análise do ciclo de vida dos produtos (Cardoso, 2010, p. 110).

O desenvolvimento de produtos sustentáveis solicita a pesquisa e aplicação de novos materiais e processos de baixo impacto ambiental. Alguns materiais utilizados na produção de novos objetos podem originar desequilíbrios ao meio ambiente quando descartados, logo, a troca dos materiais e processos significa vantagens ambientais e também competitivas. Estes tipos de materiais mostram novas fontes de matérias-primas, inserem novos setores na cadeia de aprovisionamentos e contribuem para a gestão em logística reversa (Santos et al, 2019, p. 20).

O método de desenvolvimento de um produto é constituído pelas fases de planificação, projeto e etapas de validação, compreendendo a utilização de ferramentas e técnicas multidisciplinares. Pode-se observar as mesmas através das etapas preliminares que se revêm à análise do problema, onde frequentemente colocam-se questões relativas à relação homem-objeto, e que naturalmente tem suas respostas ligadas a outros campos do conhecimento, sejam eles referentes à saúde, como a ergonomia e biomecânica, ou então sobre a percepção, como por exemplo a semiótica (Back et al., 2008, p .4).

Entre tantos fatores que caracterizam um produto, e que devem ser estruturados pelo designer, tem-se aqueles que compõem a interface direta entre usuário e o produto, podendo-se citar : forma, volume, cor, textura, brilho. Estes elementos estão diretamente relacionados aos materiais aplicados. Além de restringir muitos dos aspetos integrantes da experiência estética, os materiais têm a sua relevância principalmente ligada à origem e às propriedades, e que por sua vez manipulam em aspetos funcionais de produção, assim como na durabilidade, custos, e no impacto ambiental do produto (Santos et al, 2019, p. 22). Assim, a seleção dos materiais e respetivos processos de produção são funções do designer, onde no âmbito da sua competência pode

proporcionar alternativas de baixo impacto ambiental, surgindo assim a oportunidade de seleção de meios menos prejudiciais (Filho, 2004, p. 4).

Todos os materiais delimitam um certo nível de impacto ambiental, no entanto, para que sejam feitas comparações, é fundamental considerar o contexto em o que os mesmos estarão introduzidos e quais os serviços que realizarão.

Além disso os autores referem que:

“(...) um material, mais que o outro, pode ter impacto ambiental maior na fase de produção e na fase de eliminação, mas pode fazer o produto perdurar por um período maior (alongar a vida do produto) e de maneira mais eficiente. Se por exemplo, um produto tem uma vida útil maior, não vai ser necessário utilizar novos materiais para serem transformados em novos produtos, isto é, confeccioná-los, transportá-los, e descartá-los, com toda a respetiva carga de impacto ambiental que o acompanha. E ainda, se um material possibilita uma aplicação mais eficiente de energia, o produto pode proporcionar um impacto ambiental menor”. (Manzini e Vezzoli, 2005, p. 150)

Neste sentido, os materiais alternativos permitem cadeias produtivas de baixo consumo energético e redução de emissão de poluentes em períodos de extração e processamento, quando semelhantes a ciclos de materiais tradicionais, como por exemplo os de metais ou polímeros (Santos et al, 2019, p. 22).

Atualmente, a sociedade tem tendência a procurar produtos que sejam sustentáveis e cativantes, sendo o designer um dos principais agentes pela conceção de novos produtos, competindo a este idealizar objetos de acordo com o desejo do consumidor, não prejudicando o planeta.

Assim, é fundamental evoluir de uma sociedade industrial propulsionada pelo consumismo para uma sociedade que respeita o planeta e aprecia os aspetos de eficiência ecológica.

Os estudos sobre resolução de problemas, desenvolvidos por Michael Ashby e Kara Johnson identificam dois métodos de raciocínio: o dedutivo e o indutivo. Estes métodos são a base para uma seleção por análise, síntese e similaridade. Na primeira abordagem – a análise – os designers, tendo em vista a seleção, utilizam dados específicos e rigorosos, através de métodos de design bem estabelecidos e recorrendo a bases de dados de materiais. A segunda abordagem – a síntese – obedece basicamente de experiências anteriores, procurando encontrar uma conexão entre as características, intenções, perceções ou estética, pretendidas para um novo design, e soluções

armazenadas numa base de dados de produtos. A escolha por similaridade acontece quando o designer investiga materiais com características específicas iguais a outro material usado usualmente. Algumas ideias acontecem por acidente, ou de um modo não esperado. Estamos a falar de uma seleção por intuitiva, provinda do pensamento criativo (2011, p.128).



Figura 7 - Métodos de Seleção

Fonte: Adaptado de (Ashby & Johnson, 2011, p. 129)

Segundo Ashby & Johnson (2011, p. 129) a análise segue quatro etapas importantes:

1. *Tradução* dos requisitos, muitas vezes manifestados primitivamente em termos não técnicos, para uma declaração de objetivos e limitações a que o projeto deve obedecer;
2. *Análise* do componente para o qual o material é pensado, examinando e nomeando as métricas de usabilidade e expressando-as como equações que medem o desempenho;
3. *Identificação* a partir dessas equações, das propriedades do material que circunscrevem o desempenho;

4. *Triagem* de uma base de dados de materiais e propriedades, eliminando os que não cumprem às limitações, classificando-os pela capacidade de maximizar as métricas de desempenho.

Para Viggiano (2010, p. 51), os critérios de avaliação de materiais sustentáveis podem ser reunidos em cinco categorias:

Tabela 1- Critérios de avaliação de materiais

Categoria	Tipo de Material	Características
<i>Natureza do material</i>	Reciclado	Decomposição do material original e recomposição com alteração da forma
	Reutilizado	Reutilização de material na sua forma original
	Renovável e Certificado	Com rápida reposição pela natureza
	Híbrido	Uso de dois ou mais materiais com constituição sustentável
<i>Impacto ambiental</i>	Baixo impacto	De baixo impacto na extração
	Baixa Emissão	Com baixa emissão de resíduos CO2
	Inerte	Sem substância perigosas na composição
<i>Energia incorporada</i>	Regional	Baixo ou nulo consumo de energia no transporte
	Fabricação Económica	De baixo consumo de energia na fabricação
<i>Ciclo de vida</i>	Durável	Com grande vida útil
<i>Custos</i>	Baixo custo produtivo	Baixo custo de produção
	Baixo custo no ciclo de vida	Baixa necessidade de manutenção

A escolha dos materiais deve ser feita tendo em conta todo o ciclo de vida de cada opção disponível e escolhendo sempre o menos prejudicial. O material, assim como o produto tem um ciclo de vida complexo, apresenta também uma percentagem de perda ou desperdício, pois consome água, recursos naturais, energia, combustível e expulsa substâncias tóxicas durante a produção e o uso do produto final.

No contexto do ciclo de vida de uma garrafa sustentável ainda se podem indicar duas situações, o *downcycling* e o *upcycling*. O *downcycling* abrange sistemas como a recuperação energética e orgânica, mas também a maior parte da reciclagem. É determinado por abranger processos que convertem materiais ainda utilizáveis, mas indesejados em novos produtos, visto que o material que lhes dá o começo é geralmente de qualidade ou funcionalidade inferior (Vieira, 2018, p. 87).

Se por um lado evita que estes materiais vão para aterros sanitários propõem-se a diminuir a necessidade de consumo de novos materiais, por outro, o *downcycling* pode acrescentar a contaminação da biosfera devido à porção de aditivos químicos e minerais

adicionados para que se obtenha a qualidade de desempenho desejável. Este aspeto, na maioria das vezes, resulta que o produto seja mais caro para as empresas e, por resultado, para os consumidores, e, simultaneamente, consome mais energia e recursos (McDonough & Braungart, 2002, p. 61-64).

O *upcycling* é o inverso e envolve a reutilização, também conhecida como reutilização criativa, e, para já, uma pequena parte da reciclagem. É um processo que modifica os produtos, subprodutos e resíduos sem utilidade ou indesejados, em objetos ou materiais de melhor qualidade ou com valor ambiental (Vieira, 2018, p.87). A autêntica valorização ambiental está contudo sujeito dos processos dos materiais e no modo como estes são projetados para a reciclagem, sendo ainda necessária muita investigação nesta área, pois“. Quando começamos a projetar com essas responsabilidades em mente – utilidade, conforto e prazer estético de curto prazo do produto, mas tendo em conta período de validade dos materiais -, o processo de inovação começa a ser levado mais a sério, porque deixamos de lado o velho modelo “produzir-e-desperdiçar” e a sua intransigente descendente, a “eficiência”, para cingirmos o desafio de não sermos eficientes, mas eficazes em relação a uma rica mistura de considerações e desejos.” (Braungart & McDonough, 2002, p. 77).

2.7.1. A Matéria-Prima: Bambu

Com o aumento do desflorestação e da tensão sobre as florestas tropicais, bem como sobre as áreas de reflorestamento, é cada vez mais notório a busca por materiais renováveis e soluções alternativas eficientes para atenuar em parte deste processo. A cultura do bambu, embora seja milenar, tem sua utilização e pesquisa, em sua maioria, limitados aos países orientais. O bambu é uma cultura predominantemente tropical, renovável, duradoura, de produção anual, de rápido crescimento, com centenas de espécies dispersas por todo o planeta e com milhares de utilizações (Pereira, 2012, p. 3).

Tendo em conta uma visão global, ao observarmos os benefícios do bambu; alto rendimento, colheita anual, reflorestamento em terras degradadas, tempo de estabelecimento curto, e entre outros³⁶, permanece claro que este material é um colaborador promissor para uma economia mais sustentável por: diminuir as emissões

3

⁶Tradução Livre do Autor: “From a global perspective, taking into account the resource-side benefits of bamboo (high yield, annual harvesting, reforestation on degraded land, short establishment time, etc.), it becomes clear that bamboo could be a promising contributor to a more sustainable economy (...)” (Van Der Lugt e Vogtländer, 2016, p.39)

(e a perda de biodiversidade) produzidas pelo desflorestamento em áreas tropicais e subtropicais como uma alternativa viável à madeira tropical; reduzir as emissões da queima de combustíveis fósseis; absorver carbono através do reflorestamento de prados degradados e encostas, possuindo, ainda, particularidades físicas e mecânicas que o tornam apto a ser usado no desenvolvimento de produtos habitualmente produzidos com madeira nativa ou de reflorestamento (Van Der Lugt e Vogtländer, 2015, p. 39).

O bambu tem chamado tanta atenção nos últimos anos que conseguiria ser ditado como o material do século XXI (Lefteri, 2017, p. 74). Segundo Carbonari et al (2017, pág.18) a fabricação de produtos com materiais tradicionais movimenta recursos financeiros e demonstra, as vantagens económicas do uso do bambu. O gasto energético na produção de materiais industrializados pode comprometer em custos de energia elétrica bastante elevados, portanto, a prática alternativa de materiais que necessitam de pouca eletricidade deve ser estimulada.

Dentro deste contexto, a inclusão do bambu como material alternativo na construção é realçada quando analisado os aspetos de consumo energético gasto para a produção do mesmo. A produção do bambu utiliza uma das menores quantidades de energia, quando diz respeito à comparação de diversos materiais convencionais, como o aço, concreto e madeira. Deste modo, a sua aplicação diminui consideravelmente, os gastos com energia, tornando-se uma solução para as crises energéticas (Barros & Souza, 2004) .

2.7.2. A Matéria-Prima: Alumínio

Existem registos do uso do alumínio desde 6.000 a.C. na Pérsia, pois existiam ceramistas que trabalhavam com argila e óxido de alumínio, atualmente conhecido como alumina. Cerca de três mil anos depois, estas argilas com alumina tinham uma grande importância perante os povos da Babilônia e Egito, que as usavam para criação de medicamentos, corantes para tecidos e cosméticos. O Alumínio como conhecemos hoje passou a ser comercializado nos meados do século XIX (Castro, 2006, cit in Reis, 2013, p. 26).

O alumínio é um material extraordinariamente versátil. A diversidade de formas que pode assumir (tubos, chapas, placas, pó de alumínio, peças forjadas, etc.) e a variedade de acabamentos disponíveis (revestimentos, anodização, polimento, etc.) oferece uma

ampla gama de produtos, muitos dos quais são utilizados no nosso dia a dia. A oferta reduzida de matéria-prima é um dos fatores que fortalece a indústria do alumínio no mundo.

Atualmente, não é a existência da bauxita que restringe a localização da produção do alumínio, mas sim a existência de uma energia barata, porque o método de redução do alumínio a partir de alumina, é um processo que absorve muita energia..

A indústria do metal teve de se adequar aos rigorosos estatutos ecológicos, o que resultou no desligamento ou encerramento de instalações europeias de produção. No entanto países como a Índia, Islândia, China, Rússia, Emirados Árabes Unidos beneficiaram do crescimento e o desenvolvimento da produção de alumínio. (Brito & Vieira, 2014, pág.7)

O alumínio é o metal mais abundante a nível mundial e está presente numa enorme variedade de indústrias e segmentos em virtude às suas propriedades, nomeadamente: densidade de 2.68g/cm³, que lhe concede uma boa relação massa/volume certificando um melhor transporte em relação a outros metais que possam ser usados para fazer embalagens (Nascimento, 2007, p.2). A sua baixa densidade relacionada à sua resistência mecânica certifica um material a ter em conta na indústria automóvel e aeroespacial pois dá um favorável desempenho e um baixo consumo de combustível (Nascimento, 2007). Além disso, este material tem uma boa condutividade elétrica no qual permite que seja usado na transmissão de energia através de cabos e fios, sendo este também empregado em usos de aquecimento e arrefecimento. A sua boa maleabilidade garante que possa ser utilizado em vários objetos, podendo ser desfigurado e acomodado facilmente.

Outra garantia que este material apresenta é uma boa resistência à corrosão o que lhe permite que seja usado em portas, janelas e revestimentos para a indústria civil garantindo a sua conservação e fácil manutenção (Nascimento, 2007). Nas embalagens, permite a higiene dos produtos e é uma barreira à contaminação, pois apresenta variedade de acabamentos, como anodização e pintura o que aumenta a sua resistência à corrosão. Por último, este material é reciclável, o que permite uma reutilização e recuperação de grande parte do investimento inicial, favorecendo o ambiente por uma menor produção de resíduos e menor aplicação das matérias-primas (Nascimento, 2007).

2.7.3 A Matéria-Prima: Cortiça

A cortiça resulta do sobreiro, cujo nome científico é *Quercus suber* L., que é uma espécie de carvalho, angiospérmica e dicotiledónea que pertence ao género *Quercus* e à família *Fagaceae* (Silva, 2007). Frequentemente, a cortiça é conhecida como a casca do sobreiro, mas a nível científico, a cortiça define-se como “o parênquima suberoso originado pelo meristema súbero-felodérmico do sobreiro (*Quercus suber* L.), constituindo o revestimento do seu tronco e ramos”(Gil, 1998).

A União Europeia, atualmente, é o maior produtor de cortiça (mais de 80 por cento), nomeadamente nos países mediterrânicos ocidentais, dos quais se destaca Portugal (superior a 50 por cento), o maior produtor e transformador mundial de cortiça: Os sobreirais estão extraordinariamente bem adaptados às regiões do Sul da Europa e Norte de África, evitando a desertificação, proporcionando o sequestro de carbono e outras externalidades, tornando-se o habitat de muitas espécies animais e vegetais únicas (Gil, pág. 665).

O estudo da situação atual da indústria corticeira indica para a procura de novos produtos no sentido de ampliar o mercado e progredir para uma melhor efusão deste recurso natural. Apesar de todos os esforços efetuados até ao instante, verifica-se que a indústria vinícola continua a ser o principal mercado da cortiça.

O desenvolvimento da tecnologia tem admitido a criação de novos produtos, alguns ainda em fase de desenvolvimento, e indica para um potencial de inovação a vários níveis: ao nível do método de transformação, no sentido de otimização; ao nível do desenvolvimento de novos produtos dado o potencial já demonstrado pela cortiça em desenvolvimentos recentes; ao nível da valorização de resíduos como, por exemplo, a estabilização de processo de recuperação de taninos da água de cozedura, a aquisição de suberina e poliois do pó e aparas de cortiça e a pirólise das aparas e pó de cortiça (Direito, 2011, pág. 3).



Figura 8 - Descortiçamento do Sobreiro

Fonte: Gil (1998, pág 666)

A extração da cortiça do sobreiro tem o nome de descortiçamento e é executada manualmente por operadores especializados. Existem máquinas de descortiçamento, no entanto ainda estão em fase de implementação não sendo usadas na prática. (Silva, 2007). Como mencionado, o descortiçamento é um processo manual ancestral, que requisita mãos experientes e muito cuidadosas para não danificar a casca nem a árvore.

Para este processo são definidas 5 etapas:

- 1. Abrir** - a cortiça é cortada com o machado em sentido vertical no seu entalhe mais vincado, separando a prancha do entrecasco;
- 2. Separar** - a prancha é separada ao embutir o gume do machado entre a barriga da prancha e o entrecasco, num movimento de torção do machado;
- 3. Traçar** - a dimensão da prancha de cortiça a sair do tronco é delimitada por um corte horizontal;
- 4. Extrair** - a prancha retirada da árvore, com muito cuidado, para evitar que parta. (quanto maior a prancha, maior o valor comercial);
- 5. Descalçar** - alguns pedaços de cortiça são deixados junto à base do tronco de modo a afugentar eventuais parasitas.

Após o descortiçamento, cada sobreiro é assinalado com a numeração do último algarismo do ano em que foi realizada a extração da cortiça (Amorim, 2014, pág. 10).

O ciclo conceptível para a extração da cortiça com uso para o desenvolvimento de rolhas ronda os nove anos, não determinando com casuais ataques de natureza biológica, física ou química originando ainda mais material desperdiçado. Este tipo de material considerado desnecessário para a fabrico de rolhas começou a ser utilizado noutros sectores menos rigorosos de modo a reutilizar os gastos que são gerados. Nos tempos primórdios verificou-se que a cortiça era utilizada como flutuante, mas atualmente é usada para fins antivibráticos, na engenharia mecânica, decoração, moda, entre outros.

Cada vez mais, é possível verificar que engenheiros, arquitetos e designers usam a cortiça em prol de outros materiais mais habituais, devido às suas propriedades e por ser um material natural, ecológico e reciclável. É possível usufruir das suas vantagens inerentes facilitando ainda o desenvolvimento de estruturas mais sustentáveis, denominadas de Construções Verdes.

Segundo Amorim (2014, pág. 35) a cortiça tem excelentes características entres quais se destacavam:

- Excelente capacidade de isolamento térmico e acústico;
- Impermeabilidade a líquidos e gases;
- Ótima resistência ao fogo e a altas temperaturas;
- Elevada resistência ao atrito;
- Excelente elasticidade e compressibilidade;
- Boa resiliência;

2.7.4. Plástico Reciclável

Os resíduos plásticos estão entre os maiores poluentes da atualidade e, de acordo com a WWF (2018, cit in National Geographic, 2019), em Portugal, 72% do lixo encontrado em zonas industriais e de estuários são microplásticos, tendo repercussões importantes não só na cadeia alimentar marinha, mas também nos humanos. Estes problemas têm cada vez mais importância, e o apelo pela sustentabilidade é cada vez mais forte dentro da sociedade. Face a este problema, as empresas começaram a investir na aplicação de materiais reciclados para satisfazer a sociedade que está cada vez mais determinada em adquirir produtos pelo simples fato de serem de origem reciclada (ONU, 2019, cit in Utri, 2021, p.14). Esta alteração de postura do consumidor em priorizar as empresas que aproveitem matéria-prima reciclada, quando exercida por parcelas maiores da sociedade, torna o mercado da reciclagem mais interessante para investimentos, o que poderia retorcender a atual situação dos resíduos plásticos no mundo todo. Atualmente, enquanto este tipo de postura sustentável for somente aplicado em pequenos nichos de consumidores, a melhor maneira de reverter a reciclagem num investimento mais atrativo é aperfeiçoando e inovando os processos produtivos (Utri, 2021).

De acordo com a Recyclenow (2015), existe uma vasta gama de produtos feitos de plástico reciclado, tais como:

- Sacos de lixo e de compras;
- Sistemas de escoamento subterrâneo para residências e infraestruturas;
- Vasos de flores;
- Bandejas de sementes;
- Regadores e barris de água;
- Para-choques para carros;
- Membranas à prova de humidade;
- Calhas e perfis de janela para construção;
- Caixas e paletes reutilizáveis;
- Garrafas de bebidas e bandejas de comida;
- Tecido de poliéster para vestuário.

Conforme o plástico é recuperado e reciclado, este aprovisiona quantidades crescentes de matéria-prima para o setor de reciclagem, que podem ser usadas para reciclagem em “ciclo fechado” ou “ciclo aberto”. A reciclagem de ciclo fechado significa que um produto é reciclado em outro produto quase idêntico, como por exemplo, as garrafas PET. A reciclagem de ciclo aberto significa que um produto é modificado num novo tipo de produto, por exemplo, canos de água de plástico, um banco de parque ou até mesmo nas sapatilhas³⁷ (British Plastic Federation, 2021).

Segundo a fonte anteriormente referida, o plástico reciclável possui como vantagens:

- ▮ Fornecimento de uma fonte sustentável de matéria-prima para a indústria;
- ▮ Redução do impacto ambiental (especialmente o CO₂) de produtos ricos em plástico;
- ▮ Minimização da quantidade de plástico enviada para os aterros sanitário;
- ▮ Impedimento do consumo de reservas de petróleo da Terra;
- ▮ Consumo reduzido de energia para a produção de novos polímeros virgens;
- ▮ Incorpora os valores e comportamentos corretos para reduzir o impacto humano no meio ambiente;

A Reciclagem Mecânica é o tipo mais comum de reciclagem de plásticos recicláveis. O processo inicia-se com a recolha do material, tanto de resíduos industriais, como de coleta doméstica. Posteriormente, o plástico passa por uma limpeza e triagem, para que seja examinado o que será reaproveitado. Seguidamente, o processo de reciclagem é iniciado com a redução material em pequenos grãos, de modo a que as propriedades físicas não sejam alteradas, pois subsequentemente servirão como matéria-prima para a produção de outros produtos. Este tipo de reciclagem é visto em cooperativas de recolha seletiva. (Mais Polímeros, 2020)

A Reciclagem Química de resíduos de plástico abrange processos químicos, particularmente a despolimerização, dissolução ou conversão (incluindo a gaseificação e pirólise), que possibilita o processamento dos resíduos de forma a decompô-los nos monómeros de base, recuperando assim, os polímeros de plástico originais, ou transformá-los em substâncias químicas, que podem ser novamente usados como matéria-prima em processos químicos ou como combustível. Desta

3

⁷ Tradução Livre do Autor: “As more plastic is recovered and recycled, it provides increasing amounts of raw material for the recycling sector, which can be used for either closed loop or ‘open loop’ recycling. Closed loop recycling means a product is recycled into another, almost identical product. A simple example of this is recycling a PET drink bottle into a new PET drink bottle. Open loop recycling means a product is turned into a new type of product. For example, recycled plastic packaging could end up in a plastic water pipe, a park bench or even a pair of trainers. Disponível em: https://www.bpf.co.uk/sustainability/plastics_recycling.aspx, Acedido a: 06/02/2021

forma, a reciclagem química é um processo que poderá vir a completar uma lacuna importante atualmente presente no ciclo de reciclagem dos plásticos, podendo auxiliar a reciclagem mecânica atualmente utilizada e, por essa via, atingir taxas de reciclagem de plástico mais elevadas do que aquelas que são possíveis de obter usando apenas as vias mais convencionais, dando desta forma um cooperação pertinente para a conservação de recursos valiosos e para uma implementação mais completa dos princípios da economia circular e de baixo carbono para os produtos e resíduos de plástico (APQuímica, 2020)

Estas novas tecnologias são baseadas em quatro tipos diferentes de processos:

- Pirólise;
- Gaseificação catalítica e não catalítica;
- Solvólise;
- Tratamento hidrotérmico;

Assim, ao modificar os resíduos de plástico em produtos químicos básicos e matérias-primas químicas, esses processos são determinados como reciclagem e colaboram para o melhoramento das taxas de reciclagem, permitindo assim, que a indústria petroquímica fabrique novos polímeros virgens e de qualidade alimentar com conteúdo reciclado³⁸.(British Plastic Federation, 2021).

No caso da reciclagem energética, o material recolhido é modificado em energia termoelétrica, ou seja, o plástico reciclável é submetido a altas temperaturas e o vapor que resulta dessa incineração é convertido em energia capaz de movimentar hélices conectadas a turbinas. Desse movimento, para cada 1.000 quilos de plástico reciclado, são originados 640 Kwh. Este processo ocorre devido à composição do plástico, que é derivado do petróleo, sendo capaz de produzir energia suficiente para substituir o óleo diesel e além disso combustíveis fósseis.(Mais Polímeros, 2020)

De acordo com Piatti & Rodrigues (2005) os plásticos recicláveis são subdivididos em 7 categorias, pois, de modo facilitar o processo de reciclagem, as indústrias

3

⁸ Tradução Livre do Autor: "In turning plastic waste back into base chemicals and chemical feedstocks, these processes are defined as recycling and contribute to improving recycling rates and enable the petrochemical industry to manufacture new virgin quality and food grade polymers with recycled content". Disponível em: https://www.bpf.co.uk/sustainability/plastics_recycling.aspx , Acedido a: 06/02/2021

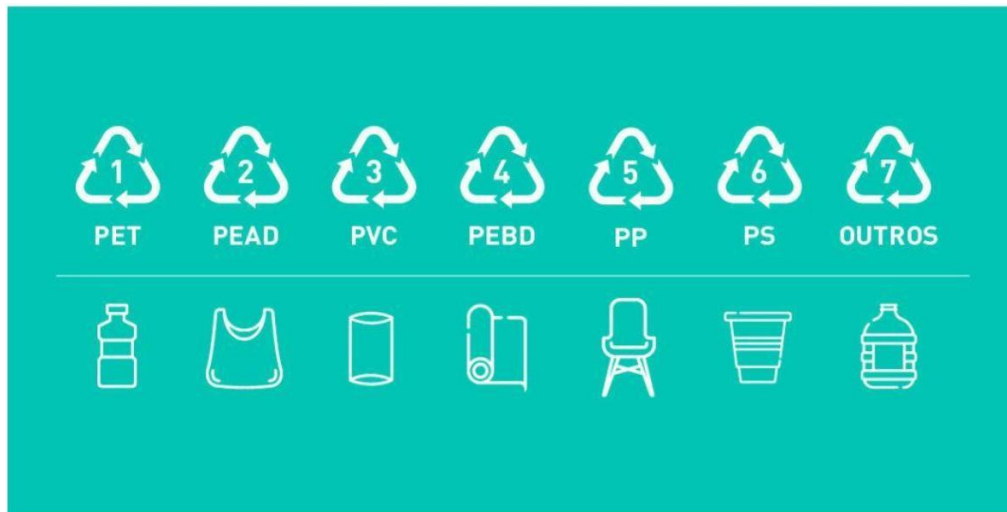


Figura 9 - Plásticos Recicláveis

Fonte: Mais Polímeros, 2020

desenvolveram símbolos padronizados para identificação dos mais utilizados, de maneira a facilitar o processo de realização das triagens.

Segundo Howard e Abdelrahman (2021), a divisão anteriormente referenciada na fig.9 é composta pelos seguintes compostos:

- ▮ **PET** (polietileno tereftalato), sendo este o plástico mais comum para bebidas engarrafadas de uso único, porque é barato, leve e fácil de reciclar;
- ▮ **PEAD** (polietileno de alta densidade) é um plástico versátil e com muitas utilizações, principalmente utilizado em embalagens;
- ▮ **PVC** (Policloreto de vinila), é rígido e resistente ao clima, sendo usualmente aplicados em encanamentos e revestimentos. Além disso, este material também é barato, por isso é encontrado em muitos produtos e embalagens;
- ▮ **PEBD** (polietileno de baixa densidade) é um plástico flexível geralmente aplicado em alimentos congelados, sacos de compras; mochilas, mobiliário;
- ▮ **PP** (polipropileno) apresenta um alto ponto de fusão, por isso normalmente é aplicado em recipientes que retêm líquido quente;
- ▮ **PS** (poliestireno) é um material leve, com capacidade de isolamento térmico, baixo custo, flexível e moldável sob a ação do calor, o que o deixa em forma líquida ou pastosa. Normalmente é aplicado em alimentos, frascos, eletrodomésticos, em brinquedos e em alguns produtos descartáveis;
- ▮ **OUTROS** (ex:PLA) o policarbonato é o plástico número sete, e é um materialmente rígido, normalmente aplicado em garrafas de água de três a cinco litros, materiais à prova de balas, óculos de sol.

3. Desenvolvimento Projetual

3.1. Inquéritos

A fim de se obter informação, devidamente fundamentada e fidedigna, relativamente aos temas e metodologia abordados anteriormente, onde o desenvolvimento do projeto requer a participação do utilizador, optou-se por elaborar um questionário a toda a comunidade IPVC com principal objetivo de recolher dados que contribuíssem para a conceção de uma *garrafa inteligente* e para a qualidade do serviço que estes futuramente iriam usufruir.

Tendo em consideração que “as instalações do IPVC são frequentadas anualmente por mais de 5000 alunos das mais diferentes faixas etárias” (Curado, 2020, cit in Alto Minho, 2020) de forma a que estes questionários fossem credíveis tendo em conta esta população, traçou-se um objetivo de, no mínimo, obter respostas de pelo menos 450 utilizadores, o que na realidade corresponde a 10% da população total no prazo de um mês. Apesar de ser um objetivo complexo, foi possível atingir 536 respostas dentro do prazo estipulado o que veio a demonstrar-se enriquecedor para o desenrolar do projeto.

O presente inquérito foi subdividido em três fases, o Consumidor, a Garrafa e o Serviço, sendo que primeiramente as questões focavam-se diretamente no consumo de água a que estes diariamente ingerem, os locais preferenciais para a recolha regular de água e a quantidade de garrafas compradas semanalmente na instituição. Posteriormente, o inquérito foca-se na garrafa de modo a que os utilizadores possam participar no desenvolvimento do seu futuro produto. Deste modo, estas questões remeteram para várias especificidades, como o volume da garrafa, os fatores a ter em conta no desenvolvimento de uma garrafa sustentável, o material de eleição para aquele produto e as características relevantes para este tipo de produto. Seguidamente, as questões foram orientadas para o serviço, tentando compreender se o fator tecnológico associado à garrafa e à estação de reenchimento seria aliciante para o utilizador, se esta poderia estar interligada com uma aplicação e quais os assuntos que esta poderia revelar através do uso/consumo de água, qual o preço que o utilizador estaria disposto a pagar para encher a sua garrafa, o método de pagamento, o tipo de água, se este género de produto prostrar-se-ia o mais adequado para a redução do plástico no planeta e se o utilizador iria querer usufruir deste serviço.

Com o propósito de recolher o maior número de dados possíveis para a divulgação e partilha dos questionários foi utilizada a plataforma “*Google Forms*” de modo a garantir

um preenchimento contínuo e interativo por parte dos utilizadores e para que, posteriormente, permitisse uma análise e recolha de dados mais assertiva.

3.2. Análise dos resultados do inquérito realizado à comunidade IPVC

Através da participação de 536 consumidores, numa primeira fase direccionada especificamente ao utilizador, foi possível verificar na figura 11 que dentro destes 11% de população, 58,8% dos inquiridos corresponde ao sexo feminino e a restante percentagem ao sexo masculino (41,2%). Com esta questão pretendia-se observar qual o género predominante nesta comunidade.

1.1. Género
536 respostas

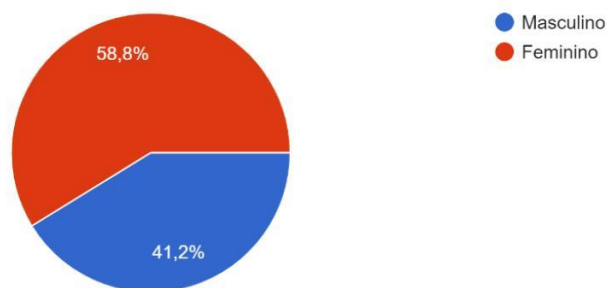


Figura 10 - Gráfico de resposta relativamente à questão sobre o "Género"

Além disso, dado que a comunidade IPVC é composta por alunos, professores e funcionários, mostrou-se fundamental compreender e subdividir estes estatutos entre diferentes faixas etárias. Assim sendo, foi possível verificar na figura 11 que, dentro desta amostra, a maioria dos indivíduos (371) se encontra entre os 18 e os 30 anos de idade (71,1%), 64 pessoas entre os 40 e 50 anos (11,9%) 43 elementos entre os 30 e 40 anos (8%) e por fim 8 indivíduos com mais de 60 anos (6%).

1.2. Faixa Etária

536 respostas

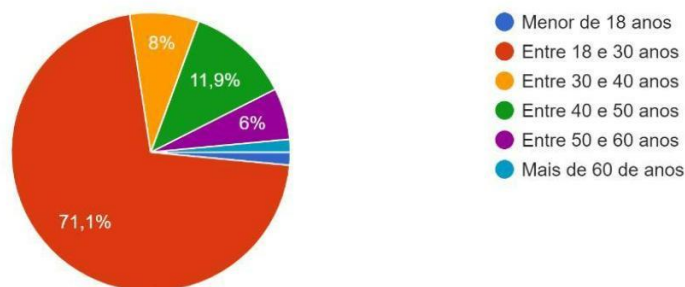


Figura 11- Gráfico de resposta relativamente à questão "Faixa Etária"

No que diz respeito ao estatuto exercido na instituição foi possível verificar na figura 12 que, atualmente, o número predominante são os alunos, onde representam nesta amostra 78,4 % (o equivalente a 420 pessoas), seguidamente os professores com uma representação de 13,2% (correspondente a 71 pessoas) e por fim, os funcionários da instituição assumindo-se com 8,4 % (equivalente a 45 pessoas).

1.3. Estatuto

536 respostas

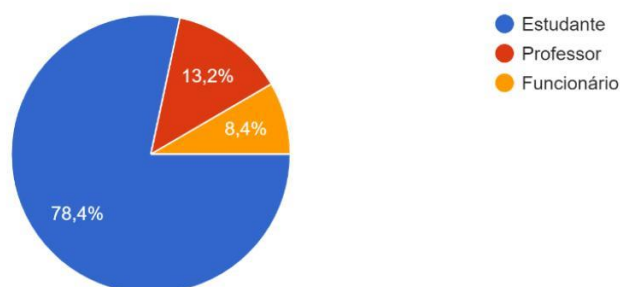


Figura 12- Gráfico de resposta relativamente à questão sobre o "Estatuto"

Por fim, de modo a aprofundar e conhecer o tipo de público em estudo, considerou-se as "habilitações académicas" como um tópico fundamental para identificação deste universo de pessoas.

1.4. Habilitações Académicas

536 respostas

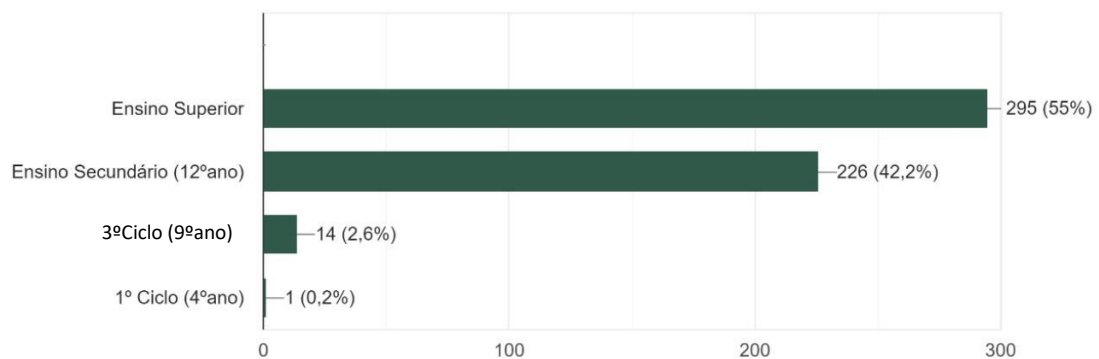


Figura 13- Gráfico de resposta relativamente à questão sobre as "Habilitações Académicas"

No que toca a este tópico é possível verificar na figura 13 que, 295 indivíduos (55%) contêm o Ensino Superior, 226 pessoas (42,2%) têm o Ensino Secundário, 14 (2,6%) elementos possuem o 9º ano e apenas 1 pessoa (0,2%) possui o 1º ciclo de escolaridade.

Em suma, no que diz respeito ao tópico do "Consumidor" os principais pontos a destacar nesta comunidade foram o Género Feminino, a faixa etária encontra-se entre os 18 e os 30 anos de idade, o estatuto de estudante é o que se destaca entre toda a comunidade e por fim, verificar-se que mais de metade dos participantes têm como habilitações académicas o Ensino Superior.

No que concerne à 2ª parte do questionário, focada na Garrafa e no consumo de água por parte dos utilizadores, foi possível verificar através da análise da figura 14 que 89,7% (481 pessoas) têm por hábito consumir água frequentemente, contudo observou-se que pelo menos 10,3% (55 pessoas) cotidianamente não bebe água regularmente. Apesar de os dados serem aparentemente favoráveis, dado que a maioria têm o escrúpulo de consumir água diariamente, é possível constatar a parte que não o faz, onde apesar de representarem uma escala pequena, encontram-se alguns dados preocupantes tendo em conta a falta de consciencialização por este grupo de pessoas visando a importância que água têm na nossa vida, dado que este elemento compõe cerca de 60% a 70% do nosso peso corporal, regulando as temperaturas internas e é fundamental para o bom funcionamento das funções orgânicas. (Almeida, 2020)

2. Costuma beber água frequentemente ?

536 respostas

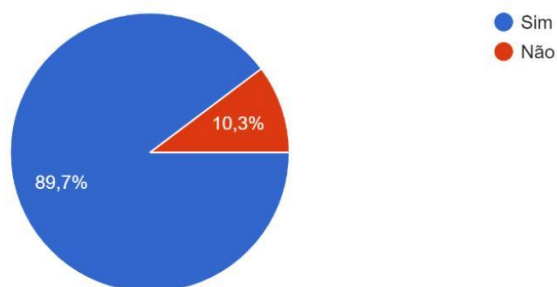
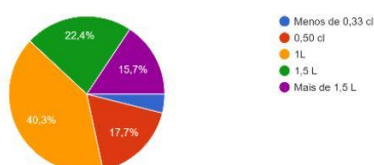


Figura 14- Gráfico de resposta relativamente à questão sobre O "Consumo de água"

Dentro desta população verificou-se que a maioria consome em média 1L de água por dia, sendo que normalmente estes compram água engarrafada ou trazem das suas habitações. No que diz respeito à garrafa, constata-se que cerca de 412 utilizadores possuem garrafa reutilizável, contudo este número corresponde apenas a 10% do total de utilizadores dado que este projeto tem foco em 5000 utilizadores.

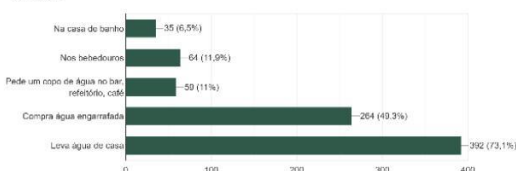
2.1. Em média, quanta água costuma consumir por dia ?

536 respostas



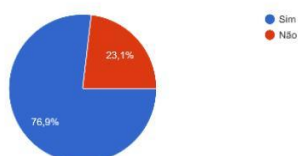
2.2. Na escola ou fora de casa, bebe água...

536 respostas



3. Possui garrafa reutilizável?

536 respostas



3.2 Se o IPVC dispusesse uma garrafa reutilizável, adotaria em vez de comprar garrafas de plástico?

536 respostas



Figura 15 - Gráficos de resposta relativamente às questões sobre consumo diário de água, locais onde bebem água, a utilização de uma garrafa reutilizável e a diferenciação de escolha garrafa reutilizável vs garrafa de plástico

Através destes dados foi possível visualizar que 96,1% daria preferência a uma garrafa reutilizável em vez de uma garrafa de plástico. No que toca à dimensão e ao material da garrafa analisa-se que estes têm preferência por uma garrafa com o volume de água entre 0,50 cl e 0,75 cl, o que demonstra que os utilizadores procuram que a garrafa tenha um equilíbrio a nível dimensional e volumétrico.

3.5. Qual o tamanho da garrafa que tem preferência ?

536 respostas

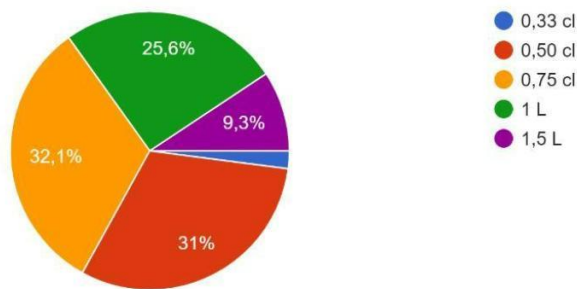


Figura 16 – Gráfico de resposta relativamente à questão “Dimensional da Garrafa”

De modo a compreender o que realmente têm significado para os utilizadores na seleção de uma garrafa a “seu” gosto, originou-se a questão com uma avaliação de 1 a 5 (sendo o 1 o valor mais baixo e o 5 o valor mais alto) com as seguintes características :

- ☐ Material da Garrafa
- ☐ Aspeto da Garrafa
- ☐ Cor da Garrafa
- ☐ Peso da Garrafa
- ☐ Capacidade
- ☐ Preço da Garrafa

3.6. De 1 a 5 (sendo 1 mais baixo e 5 mais alto), qual a importância do:

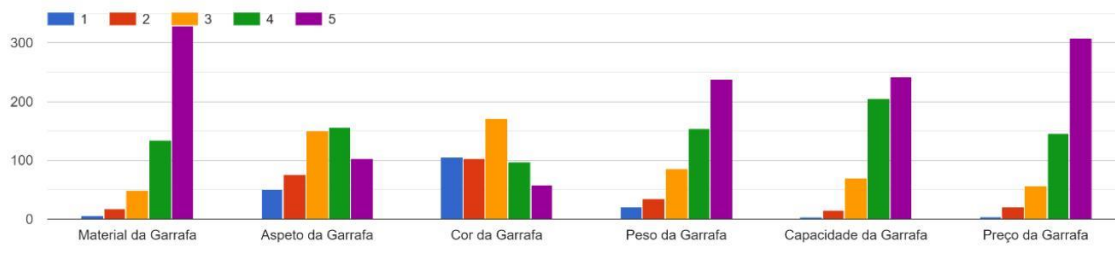


Figura 17 - Gráfico de resposta relativamente à questão “Elementos mais importantes”

Relativamente à questão anterior foi possível verificar que a maioria no ato de seleção tem mais em conta o Material, o Preço, a Capacidade e o Peso da garrafa o que revela que os aspetos visuais como a Cor e Forma deste produto não se destacam como os relevantes.

3.7. Na sua opinião, de 1 a 4, qual os fatores mais importantes em ter em conta numa garrafa sustentável ?

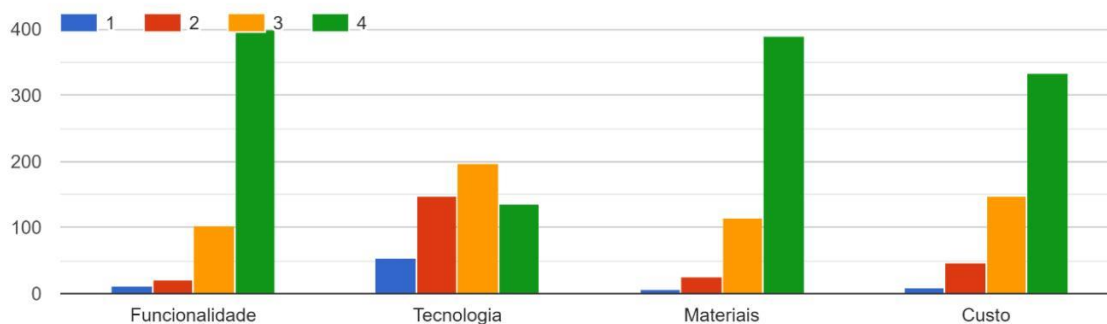
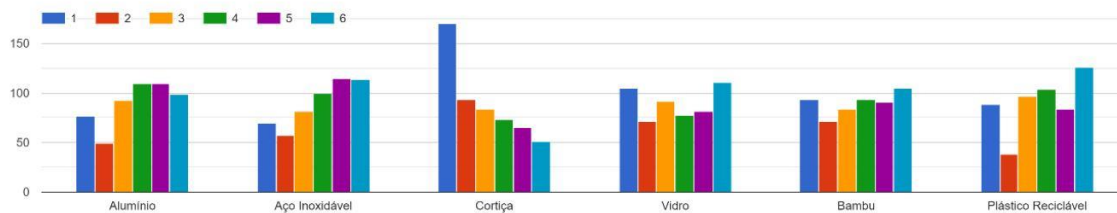


Figura 18 – Gráfico de respostas relativamente à questão “Fatores importantes numa garrafa sustentável”

No que concerne à questão sobre os fatores mais importantes a ter em conta numa garrafa sustentável, o principal objetivo era compreender (dado que a garrafa teria inserção de tecnologia) se esse fator tecnológico seria realmente uma necessidade para os utilizadores ou razões como Materiais, Funcionalidade e Custo seriam o mais essencial. Com isto, foi possível concluir que, na seleção de uma garrafa sustentável, os consumidores dariam preferência a algo que fosse funcional e que estivesse assente numa boa seleção de materiais. Apesar

de ser algo novo a utilizar neste produto, a tecnologia foi considerada a menos importante neste género de produto.

3.8. De 1 a 6 defina qual o material mais atrativo para a sua garrafa?



No que diz respeito aos Materiais, inicialmente foram investigados quais seriam os mais viáveis tendo em conta a execução e elaboração do protótipo numa fase posterior. Neste sentido, os materiais apresentados aos consumidores para triagem foram o Alumínio, Aço inoxidável, Cortiça, Vidro, Bambu e o Plástico reciclável. Dentro destes foi possível verificar, numa escala de 1 a 6, sendo 1 o valor menos importante e 6 ao valor mais alto, quais os mais apelativos para os consumidores para serem utilizados na conceção da garrafa. Entre o vasto leque de opções, os quatro selecionados para uma fase seguinte do projeto foram Alumínio, o Aço Inoxidável, o Vidro e o Plástico reciclável.

De modo a satisfazer todas as necessidades dos consumidores, foi pedida a escolha de três pontos relevantes a ter numa garrafa, dentro dos seguintes aspetos enunciados:

- ☐ Cores Apelativas
- ☐ Formatos Originais
- ☐ Fácil Lavagem
- ☐ Térmica
- ☐ Que evita alterações no “cheiro e sabor” da água
- ☐ Fácil transporte
- ☐ Funcionalidade extra na garrafa (copo, gargalo)

4.5. Sugeriria algumas características que considera relevantes numa garrafa reutilizável ?
(selecione no máximo 3)

536 respostas

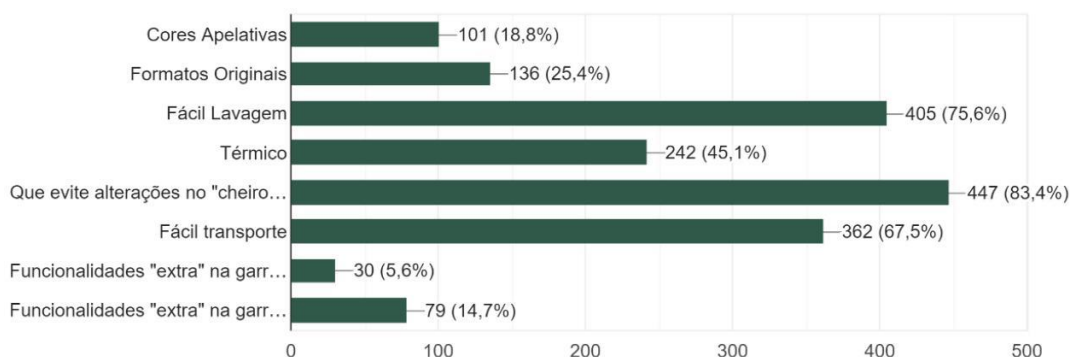


Figura 20 - Gráfico de respostas relativamente à questão “ Características relevantes para uma garrafa reutilizável”

Relativamente a este tópico foi verificado que os pontos mais importantes para esta comunidade são a Fácil Lavagem (75,6%), o evitar alterações no cheiro ou sabor da água (83,4%) e o Fácil transporte (67,5%). Assim, na fase de desenvolvimento conceitual do produto, estes elementos serão primordiais para a idealização do produto de modo a que se respeitem os critérios requeridos pelos utilizadores.

No que concerne à 3ª parte do questionário, focada no Serviço, verificou-se que, na questão 4, a maioria dos utilizadores (79,3%) achou aliciante que a garrafa reutilizável conseguisse comunicar com a estação de reenchimento.

4. Acharia aliciante que a garrafa reutilizável conseguisse comunicar com a estação de reenchimento?

536 respostas

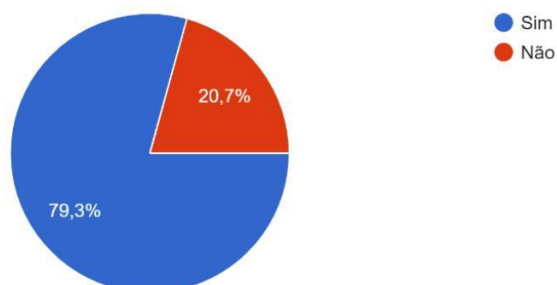


Figura 21 - Gráfico de respostas relativamente à questão “ Comunicação garrafa vs estação de reenchimento”

Neste sentido, a utilização de uma aplicação móvel que fizesse uma interligação entre a estação de enchimento, a garrafa e consumo diário, originou a seguinte questão:

“acharia interessante que a sua garrafa estivesse interligada a uma aplicação que transmitisse: a quantidade de água ingerida; o número de vezes de reenchimento diário/mensal/anual; o contributo do utilizador para com a pegada ecológica do planeta; média mensal comparativa entre os gastos feitos na compra de uma garrafa de plástico vs utilização de uma garrafa ecológica”.

4.1. Tendo em conta os fatores abaixo assinalados, acharia interessante que a sua garrafa estivesse interligada a uma aplicação que transmitisse:

536 respostas

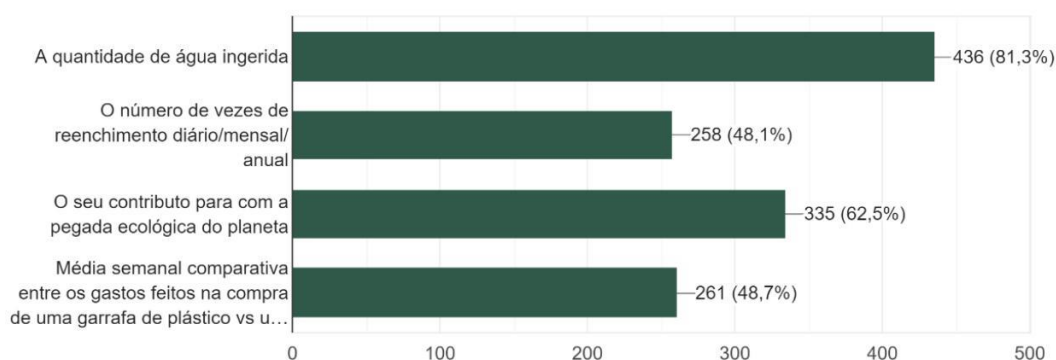


Figura 22 - Gráfico de respostas relativamente à questão “Interligação a aplicação”

Dentro destes valores resultou que as três principais nomeações dos consumidores foram a quantidade de água ingerida (81,3%), o contributo para com a sustentabilidade do planeta (62,5%) e a média de gastos entre garrafas (48,7%).

De modo a ser comprovado que o público-alvo estaria disponível/não, a pagar por o consumo de água deste serviço, foi levantada a questão de modo para se compreender qual valor seria o custo aceitável. Assim, foi confirmado um equilíbrio a nível geral na seleção das respostas, sendo que: **178 (33,2%)** utilizadores aceitaria pagar um valor simbólico de 0,10 €: **151 (28,2%)** acorda em embolsar entre 0,10 € a 0,20€. Por fim, **104 (19,4%)** consumidores estariam dispostos a pagar um valor até 0,30€. A nível geral pode verificar-se que a aplicação de um custo a este serviço entre os valores de 0,10€ a 0,30€ responde às expectativas da população em geral.

4.2. Quanto estaria disposto a pagar (por litro) por um enchimento na máquina a instalar?

536 respostas



4.3. Que tipo de água daria preferência de consumo? (escolha 3 opções)

536 respostas

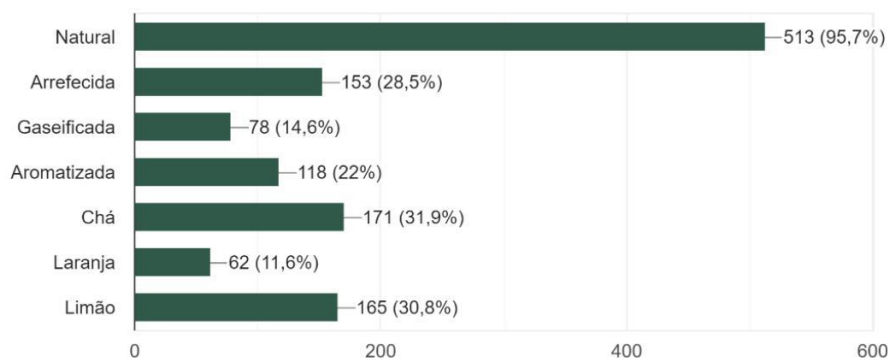


Figura 23 - Gráfico de respostas relativamente à questão “Preço a pagar por litro” e “Tipo de Preferência de Consumo”

No que diz respeito ao que este serviço poderia vir a oferecer em termos de consumo verificou-se, numa preferência de três opções, que 95,7% (513 utilizadores) pretendem que este ofereça água natural. Além disso, observou-se que além de quererem água natural com qualidade, era também desejado que esta máquina de reenchimento podesse oferecer chá (31,9%) e água com sabor a limão (30,8%) .

Considerando que o uso deste serviço seria através de uma remuneração por parte dos consumidores, sondou-se os mesmos para compreender qual o melhor método para pagamento deste serviço. Assim sendo ratificou-se que 46,6% (250 pessoas) deram preferência ao cartão escolar, 27,1% (145 pessoas) preferiram através de um pagamento a dinheiro e 23,1% (124 pessoas) por intermédio da própria garrafa, de modo a que esta pudesse completar todo o serviço.

4.4. Como acharia a melhor forma de pagamento do reenchimento da garrafa ?

536 respostas

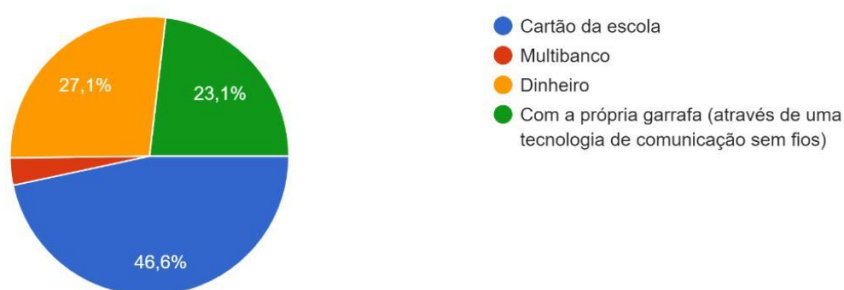
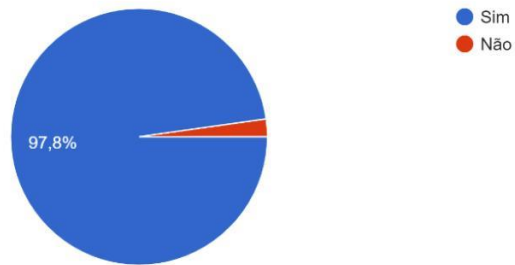


Figura 24- Gráfico de respostas relativamente à questão “Melhor forma de pagamento do serviço”

Por fim, de forma a validar todo o serviço da fonte de reenchimento e da garrafa sustentável, foi possível verificar que 97,8% (524 pessoas) concordava que a estação de reenchimento e a garrafa reutilizável demonstravam uma estratégia adequada para combater o excesso de plástico na comunidade IPVC. Além disso, constatou-se que 94,4% (506 indivíduos) poderiam vir a ser utilizadores da estação de enchimento. No entanto, esta escolha divide-se em dois escalões sendo que, 47,6% (255 pessoas) só o farão se tiverem a garantia de uma água de elevada qualidade e 46,8% caso a água seja de qualidade e a baixo custo.

4.6. Na sua opinião, a estação de reenchimento e a garrafa reutilizável revelam-se uma estratégia adequada para combater o excesso de plástico na comunidade IPVC?

536 respostas



4.7.Seria um utilizador da estação de enchimento?

536 respostas



Figura 25 - Gráfico de respostas relativamente à questão “Uso da garrafa e serviço como estratégia à redução de plástico”

A participação dos utilizadores-alvo no processo de desenvolvimento de um produto que visa reduzir o plástico nos oceanos permite ao designer entender e assimilar o que pensam os consumidores-alvo. Isso é útil para alinhar os recursos constituintes e criar um produto que cumpra sua função e propósito.

3.3. Fase de Desenvolvimento

3.3.1. Premissas para o desenvolvimento e materialização de uma garrafa sustentável

O presente ponto serve para descrever a etapa posterior à recolha e análise de dados, a idealização e desenvolvimento dos esboços da garrafa com base na opinião dos futuros consumidores. Assim, de modo a sintetizar todos os elementos recolhidos (investigação e questionários), numa primeira fase retornou-se à etapa de pesquisa para explorar sobre o mercado atual relativamente a garrafas de água, garrafas sustentáveis e *smarthbottle*. Seguidamente, todos os elementos recolhidos foram resumidos e estruturados através de um *Brainstorming* pois este possibilita uma abordagem rica capaz gerar ideias em cima de questões relevantes que originadas durante as fases de Investigação e de Análise (Vianna, 2012:101). Neste sentido os principais integrantes retirados foram a palavra “**água**” sendo esta a principal fonte de vida do planeta e o projeto pretende apresentar contributos para a redução da poluição dos oceanos. Através desta palavra foram investigados outros meios que pudessem retratar este constituinte, nomeadamente, os animais marinhos, a simbologia da água e o elemento “água”.

Outra palavra-chave elegida foram os “**materiais**”, pois tendo por base as respostas originadas pelos questionários e base do problema, demonstrou-se um dos principais pontos em ter conta na elaboração do produto. Assim, por meio destes fatores, foram selecionados o bambu, o aço inoxidável, o vidro e o plástico reciclável como os mais relevantes a considerar no desenvolvimento da garrafa. Seguidamente, e ainda deste grupo, estruturaram-se algumas características físicas e visuais que representariam o material eleito, particularmente, no caso do vidro, o facto de ser frágil; o bambu a sua principal forma cilíndrica que numa posição frontal poderia vir a ser retratado com linhas retas; o aço inoxidável que apresenta uma cor acinzentada como predominante; e plástico reciclável pois é uma matéria sintética organizada por macromoléculas, maleável, facilmente transformada por meio de calor e pressão (Piatti & Rodrigues 2005: p.12).

Além das palavras anteriormente mencionadas, o “**processo**”, especificamente os sistemas de produção de plástico revelaram-se fundamentais para uma possível inspiração na criação deste utensílio. Neste sentido, as três principais palavras-chaves foram o processo de extrusão, o de sopro e o de injeção.

Outro conceito a ter em conta foi a “**tecnologia**”, visto que a aplicação de dispositivos eletrónicos como o *Radio Frequency Identification* (RFID), Bluetooth Low Energy (BLE) e *Near Field Communication* (NFC) salientavam-se como as mais indicadas para a interface *smarthbottle – refill station*.

Por fim, foram incluídos alguns fatores importantes que se transpuseram na conceção do produto, pois estes, eram os requerimentos que os consumidores desejavam que estivessem presentes. Neste sentido e, como demonstra a figura.27 os conceitos a ter em conta no desenvolvimento deste produto seriam “uma garrafa atrativa”, “ fácil lavagem”, “que evite cheiros”, “ fácil transporte”, “ 500 a 750 ml” e “ baixo” custo.

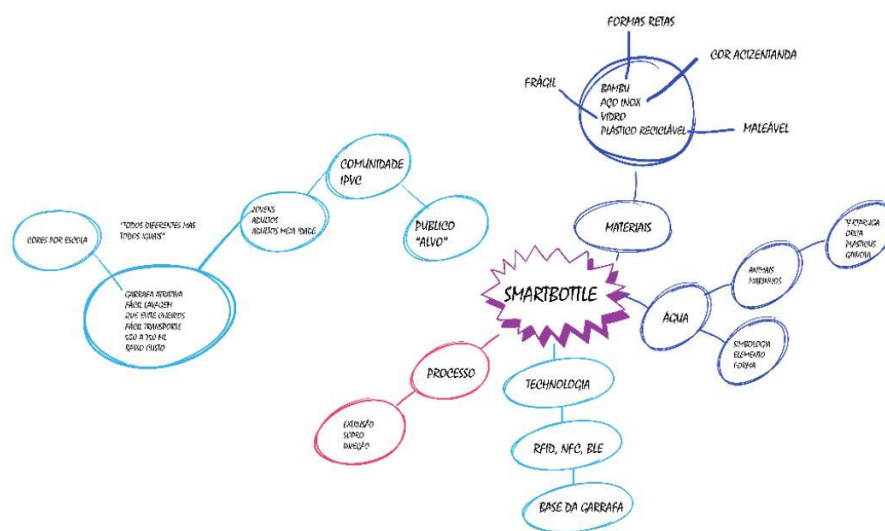


Figura 26 – Diagrama do Resumo da Garrafa inteligente

3.3.2. Elaboração de esboços

Após estruturados todos os elementos para a iniciação da fase de idealização e desenvolvimento da *garrafa inteligente*, foi definido juntamente com a equipa de projeto “Refill H2O” um prazo (19 de janeiro 2021) para a composição e apresentação das garrafas esboçadas de maneira que entre várias soluções, fossem selecionadas por todos os elementos a proposta mais viável em termos de produção, custo e design.



Figura 27 - Apresentação Garrafa inteligente à equipa projeto Refill H2O

Neste sentido, dentro do prazo combinado entre todos os elementos da equipa, além da apresentação dos esboços, numa primeira fase, foi feita uma contextualização da problemática do projeto aos novos elementos, ao Eduardo Avelar e ao Francisco Ferraz que, sendo alunos do curso de Engenharia de Redes e Sistemas de Computadores, integraram este projeto para desenvolvimento da componente tecnológica do projeto. A fase de idealização das ideias foi uma fase que se demonstrou abrangente pois foi um momento de total liberdade para a idealização de novas ideias, onde todas as propostas e elementos eram aceites abertamente, o que facilitou na realização de todos esboços seguidamente concretizados.

Posteriormente foram apresentados os esboços concebidos para este projeto que se encontravam divididos em quatro conceitos, especificamente, os Animais Marinhos, o ADN, o Processo de Plástico por Injeção e os Materiais. Neste sentido, iniciando pelo conceito dos animais marinhos, sendo este selecionado por representatividade da escala do problema a que estes estão expostos devido à má conduta humana, foram

selecionados quatro principais animais, particularmente a Orca, a Gaivota, a Tartaruga Marinha e o *Eurythenes plasticus*³⁹.



Figura 28 - Principais fontes de inspiração para o conceito " Animais Marinhos"

Partindo do princípio de que, para o desenvolvimento da *garrafa inteligente*, é fundamental aplicar as analogias naturais que estes animais representam, de modo a gerar um banco de soluções dados de modo a alimentar o Design, não apenas em soluções técnicas, mas também em aspetos metodológicos e conceituais (Broeck, 1989, cit in Righi, sd.). Neste sentido, foram elaborados alguns esboços através dos membros estruturais de cada animal de modo a que o produto, em contacto visual com o utilizador, pudesse involuntariamente consciencializar e relembrar a importância e valor que a garrafa têm no combate ao excesso de plástico no planeta. Posto isto, apesar de existirem morfologias corporais diferentes entre todos estes animais, o que originou as diferentes formas entre as garrafas, foram inseridos alguns aspetos que eram idênticos entre todas, ou seja: uma divisão em três partes, nomeadamente a rolha, o corpo da garrafa e a base. Outro elemento representativo foi o a rolha, sendo todas desenhadas através de um mecanismo de rosca pois foi verificado a mais funcional e seguro, no que diz respeito à componente de transporte e derrame do conteúdo. Além destes elementos, em cada tipologia de produto, foram correspondidos alguns componentes

³

⁹ De acordo com a WWF (2020) o *Eurythenes Plasticus* é nova espécie já contaminada por plástico no organismo, o que levou os investigadores a darem-lhe esse nome, de modo a consciencializar para a atenção da poluição por plástico anualmente afeta milhares de espécies a um nível global.

de forma que na sua totalidade o recipiente não fosse totalmente em perfil liso. Deste modo, foram acrescentados alguns relevos que relembrassem o animal, nomeadamente as suas cores, as escamas, as penas e as patas. Semelhantemente, em algumas propostas, foram acrescentadas nas zonas subdivididas um espaço para um copo embutido, permitindo que os utilizadores além de usarem a garrafa para beber naturalmente, pudessem utilizar a mesma em momentos de refeição quotidianos e dado que o público-alvo se encontra num *campus* académico com acesso a cantina, onde diariamente estes utilizam um copo de vidro para encher com água para acompanhar a refeição, podendo eventualmente evitar este método e utilizar o copo presente na garrafa.

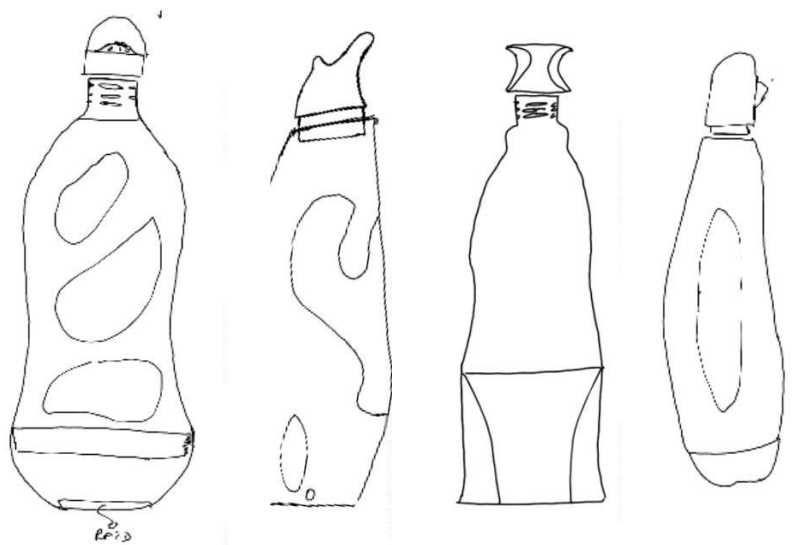


Figura 29 - Esboços desenvolvidos com inspiração na forma animal

Como mencionado anteriormente, além da inspiração animal, outro conceito explorado foi a forma estrutural do ADN pois, além de vivermos todos no mesmo planeta (humanos, animais e plantas) e, morfologicamente, aparentarmos diferenças de espécie para espécie, existe um ponto comum, o ADN que, na sua representação estrutural, esta é igual para todos os seres vivos.

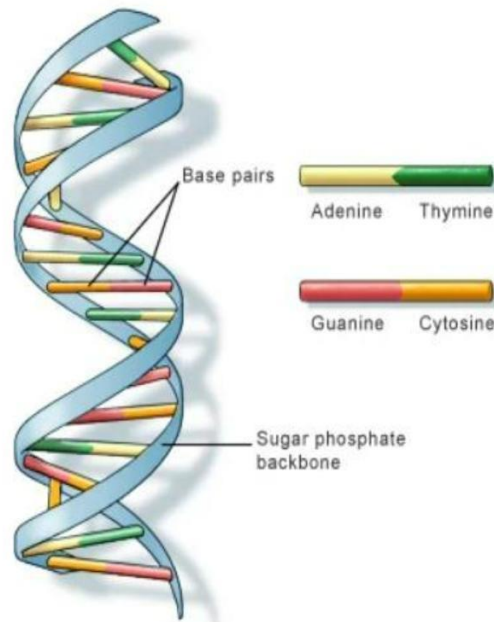


Figura 30- Principais fontes de inspiração para o conceito “Estrutura da molécula de ADN”

Fonte: Maldal (2021, não paginado)

A nível geral, os principais traços a ter em consideração no desenvolvimento desta tipologia foram a adição de opção rápida para beber ao invés do desenroscar da rolha; a forma da garrafa inspirada na estrutura molecular do ADN e a subdivisão em compartimentos, com adição de um copo de modo seguirem a estrutura anteriormente proposta. No que concerne à sua componente visual, e como o IPVC têm no seu total 5 escolas, em que por cada uma existe uma cor associada. Neste sentido, de modo a distinguir a escola que o utilizador representa, foram adicionadas às garrafas, representadas na fig.32, cores correspondentes a cada escola.

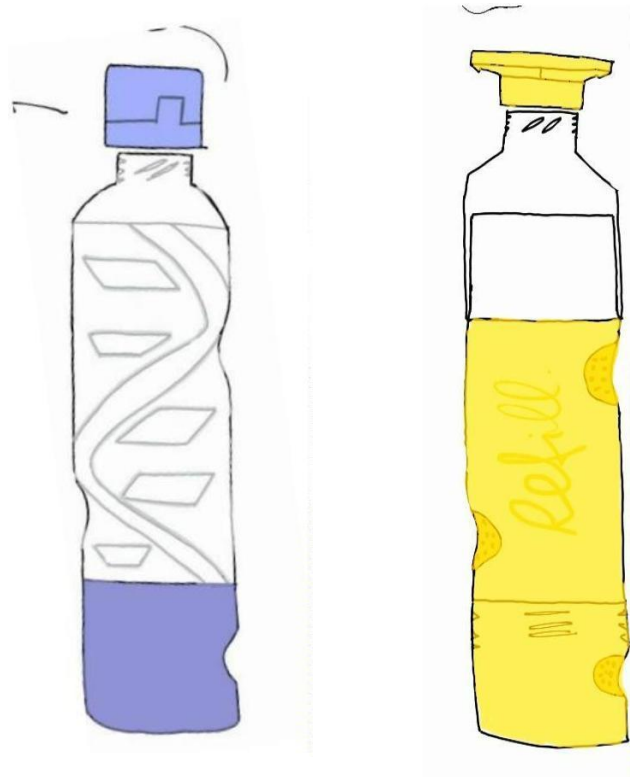


Figura 31 – Esboços desenvolvidos com inspiração na forma do ADN

Fonte: Autores

Dado que para a produção de garrafas de plástico reciclado, na maior parte das vezes, são feitas em moldes de injeção, estes foram utilizados como fonte de inspiração para a realização de alguns esboços. Distintamente, tendo em conta que o molde utilizado como referência era concebido com linhas retas, o design da garrafa foi gerado dentro dessa forma. Apesar da estrutura geral compor formas mais retilíneas, procurou-se inculir os mesmos conceitos das garrafas anteriores nomeadamente as cores das escolas, os relevos para ajudar no manuseamento e fixação da garrafa e a subdivisão em três partes para fácil lavagem.

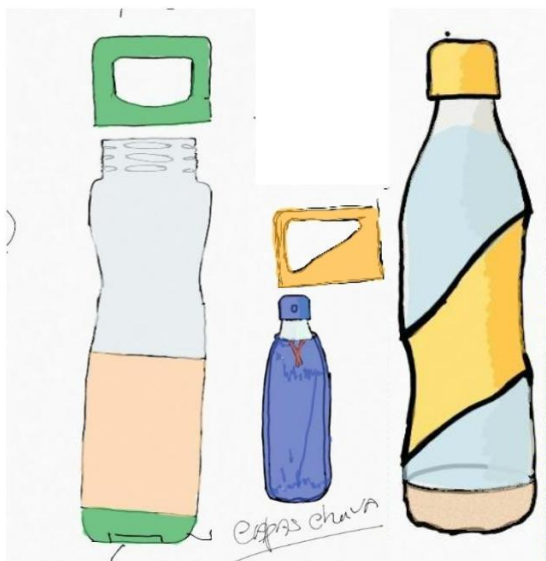


Figura 32- Esboços desenvolvidos com inspiração em Materiais



Figura 33 – Esboços desenvolvidos com inspiração em Moldes de Injeção de Plástico

Por fim, o último conceito abordado para a criação de uma garrafa inteligente foi a forma e estrutura geral dos materiais, nomeadamente, o bambu, o plástico, o vidro e o alumínio. Para cumprir corretamente as formas dos materiais, inicialmente, foi reorganizada uma pesquisa de modo a assimilar todas as características dos materiais (ver página 56). Além destas características, no que toca a este conceito, as garrafas na inspiradas na forma dos materiais (figura 33), foram desenhadas num formato “desportivo” para incentivar os utilizadores a boas práticas de saúde, nomeadamente o desporto, bem como para uso diário. Neste sentido, foram trabalhadas algumas ideias de melhoramento de transporte, especificamente na rolha da garrafa, de modo a permitir que o utilizador pudesse segurar mais firmemente a garrafa. Tendo em conta as características físicas e visuais dos materiais em questão, relativamente ao bambu, foram desenvolvidas algumas garrafas com formas mais retilíneas. No que diz respeito à forma do plástico reciclável, foram desenvolvidos alguns esboços (figura.34) com representação de linhas mais assimétricas de forma a representar a maleabilidade deste material.

3.3.3. Seleção da Ideia

Após elaboração e apresentação de todos os esboços à equipa de projeto, foram feitas críticas conclusivas em relação a cada conceito apresentado. Estes comentários permitiram reduzir a globalidade das propostas, tendo sido definindo que a divisão em três partes da garrafa inteligente era realmente um ponto favorável à fácil lavagem da mesma, contudo, para que fosse industrialmente factível eram necessários três moldes, o que representaria um elevado custo para a fabricação da mesma.

Posto isto, a representação da escola por cores era apelativa, no entanto, tendo em conta o financiamento para a fabricação da mesma, era fundamental reduzir os custos de produção. Além disso e tendo em conta estes fatores foi decidido que o ideal seria uniformizar todas as garrafas, de modo a evitar desigualdade e desagrado por parte dos utilizadores.

Outro aspeto definido por todos os elementos foi a realização dos protótipos considerando os materiais desejados pelos utilizadores. Dado que os mais desejados eram o Bambu, Vidro, Plástico Reciclável e Alumínio, reduziu-se ao leque de possibilidades para a realização do protótipo, sendo que, para a materialização do mesmo foram selecionados o Plástico Reciclável e o Aço Inoxidável para a sua produção.

A quantidade de água que este recipiente poderia transportar, foi de igual modo um aspeto a validar, dado nas questões o pretendido seria entre 50 cl e 75 cl. Deste modo, definiu-se que numa primeira fase os protótipos seriam materializados para um volume de 50 cl e posteriormente, mediante os testes de usabilidade feitos pelos utilizadores, poderiam ou não ser alterados.

Relativamente à produção dos protótipos da garrafa sustentável, foi definido que a recolha de orçamentos e materialização seriam efetuadas pelo aluno e finalista da Licenciatura de Design do Produto, André Carvalho (responsável pelas oficinas de design ESTG-IPVC), que através da sua experiência e contactos, demonstrar-se-ia imprescindível para a sua realização.

No que diz respeito à garrafa, o conceito mais votado foi o que apresentava a forma da orca, nomeadamente as que se encontram na figura 36. Deste modo, as três garrafas abaixo mostradas, foram escolhidas para a realização de modelos 3D a fim de se selecionar um modelo final para ser fabricado em plástico reciclável, aço inoxidável ou uma união entre os dois materiais.

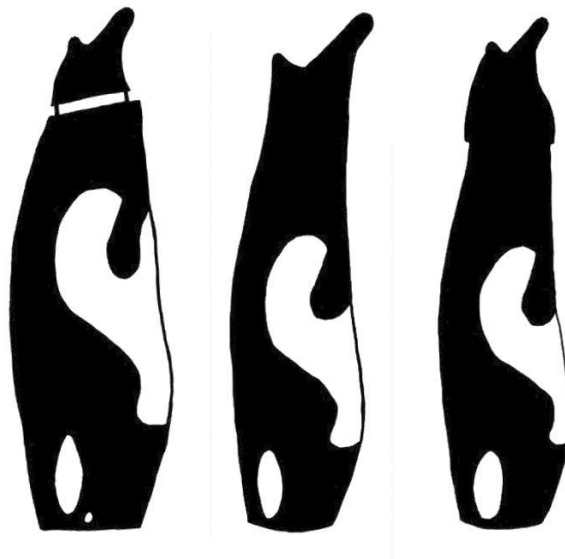


Figura 34 – Esboços desenvolvidos com inspiração na Orca

Em suma, o facto de todos os membros da equipa Refill H2O participarem na avaliação e crítica de todos os esboços veio a demonstrar uma preciosa ajuda para reduzir o leque de possibilidades, tornando assim o projeto mais viável e vantajoso para uma futura produção da garrafa inteligente.

3.4. O Ecossistema Garrafa Inteligente (*Smartbottle*)

O ecossistema garrafa inteligente foi projetado para atingir o objetivo principal do Refill_H2O, um Projeto ambiental EEA Grants Portugal⁴⁰, que visa eliminar o uso de garrafas plásticas de água no Campus IPVC, por meio do projeto e desenvolvimento de uma *Garrafa inteligente* interativa que comunicasse com uma estação inteligente de reenchimento de Água para promover atitudes mais ecologicamente mais corretas entre os utilizadores locais, como estudantes, professores e colaboradores, contribuindo assim para a redução do consumo de plástico nos bares, cantinas e residências universitárias do campus do IPVC. A Figura 36 representa o ecossistema geral da *Garrafa inteligente*, apresentando dois exemplos de uso da Estação inteligente de reenchimento de Água.

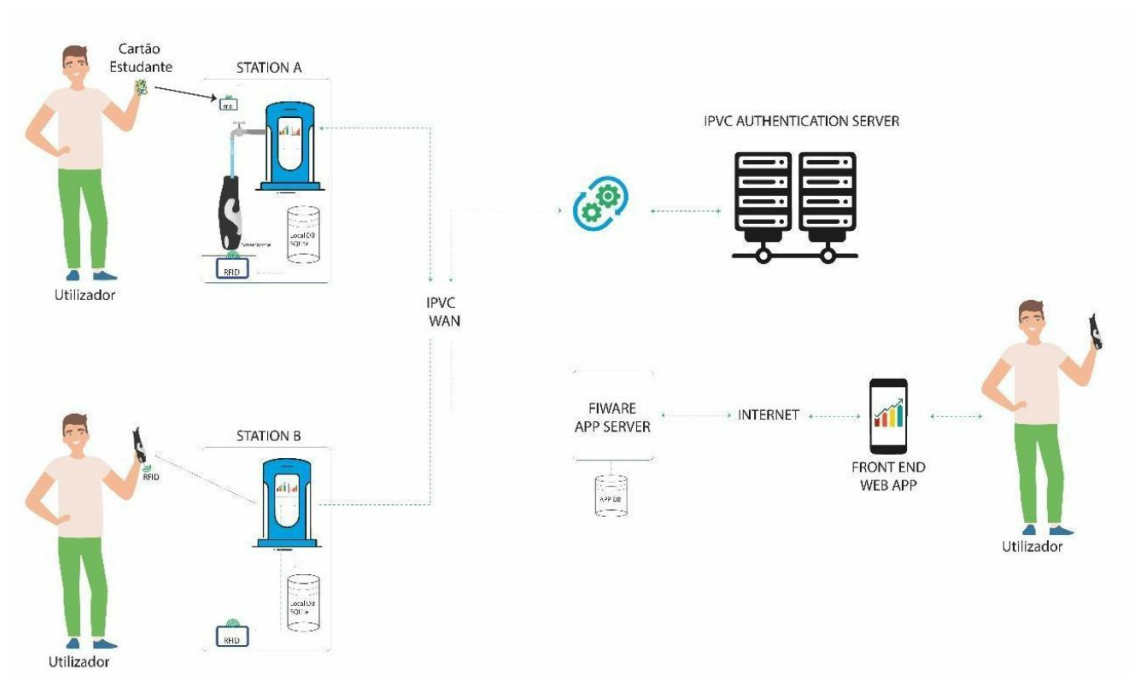


Figura 35 - Garrafa inteligente ecossistema com duas estações de reenchimento e blocos centrais da infraestrutura de TIC.

Fonte: Mendes et al (2021, p.20)

4

⁰ Projeto EEAGrants Refill_H2O, Disponível em :<https://tinyurl.com/4coeemhx>

O ecossistema proposto inclui cinco componentes principais: 1) *Garrafa inteligente* (artefacto interativo); 2) os dispositivos *IoT Edge* implantados (*Smart Water Refill Station*) que comunicam com a *Garrafa inteligente* através da tecnologia RFID e o cartão de identificação do aluno para autenticação do usuário; 3) a rede *IPVC Wide Area*, ou seja, a infraestrutura de *TIC* que realizará as comunicações de *backhaul*⁴¹; 4) o servidor de autenticação *IPVC* (que pode ser acessado numa abordagem “as-a-service”); 5) o *FIWARE Application Server* lida com toda a comunicação entre os dispositivos de borda da *IoT*, armazenamento de dados e o aplicativo cliente por meio de um *broker* de contexto⁴², cuja arquitetura é descrita em detalhes em Martins et al (2021).

A garrafa inteligente é equipada com um chip de identificação por radiofrequência (RFID), que interage com a estação de reenchimento de água, permitindo os seguintes recursos:

- ▮ processo de enchimento automático (sem contato físico com o equipamento);
- ▮ estimativa da quantidade média de consumo de água por meio de aplicativo móvel (número de recargas por período de tempo);
- ▮ quantidade estimada de resíduos plásticos evitados (considerando diferentes métricas: temporal, cumulativa, individual ou referente a faculdades, turmas, etc.);
- ▮ economia de energia com a redução geral de resíduos e redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE);
- ▮ informações sobre a pegada ambiental dos usuários.

Para usar a estação de enchimento, o usuário deve fornecer uma autenticação válida colocando a garrafa inteligente (Mendes et al, 2021, pag.21) na estação ou inserir um cartão de identificação com tecnologia RFID nativa e colocando uma garrafa de água convencional na estação de recarga.

O aplicativo do cliente é baseado em tecnologias responsivas da *web* com ferramentas de análise visual e tecnologias baseadas em painel, como a Grafana⁴³, apresentando-se uma interface poderosa para exibir informações úteis de forma clara e amigável. A interface do usuário inclui três áreas funcionais principais: i) um painel que exibirá

4

¹ Backhaul: O termo backbone é usado para denominar o esquema de ligações centrais de um sistema de redes amplo, com dimensões continentais e com elevado desempenho. No contexto da *Web*, é responsável pelo envio e recebimento de dados entre as diversas localidades, independente de fronteiras e continentes (Ferreira, 2021) Disponível em: <https://www.eletronet.com/entenda-o-que-e-backbone-e-backhaul/>, Acedido a 11/07/2021

4

² FIWARE Foundation, disponível em: <https://github.com/FIWARE/catalogue>

³ Grafana é um software de visualização e análise de código aberto, no qual permite consultar, visualizar, alertar e explorar métricas. (Grafana, S.d.) Acedido a 11/7/2021, Disponível em: <https://grafana.com/docs/grafana/latest/getting-started/>

métricas relevantes (número de recargas por período de tempo, quantidade média estimada de consumo de água, quantidade estimada de resíduos plásticos evitados, economia de energia da redução geral de resíduos e redução do efeito estufa emissões de gases (GEE)); ii) indicadores-chave de desempenho (KPI's) específicos e informações sobre a pegada ambiental dos usuários; uma área de autenticação permite a autenticação do usuário, permitindo que o aplicativo mude de acordo com o mesmo; e iii) uma área de administração de usuários e sistemas para apoiar operações de *retaguarda* em relação às tarefas de coordenação de utilizadores e administração de sistemas.

Isso permitirá que a estação de enchimento possa ser utilizada sem a garrafa. Ao utilizar uma garrafa inteligente a estação de enchimento dispensa água até capacidade máxima da garrafa ou até que o cartão de identificação se desconecte do leitor RFID. Após a desconexão, a estação acionará um evento que armazenará todos os dados num mecanismo de banco de dados leve, sem servidor e com configuração zero, sem requisitos de configuração ou administração.

A *estação inteligente de recarga de água* possui um aplicativo de interface de usuário, para uma demonstração em tempo real de diferentes métricas e indicadores relativos à contribuição para a redução de resíduos, redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e outras informações relevantes. A gamificação é usada para promover a motivação e o envolvimento do usuário (Alsawaier, 2018), aplicando recursos do jogo a um contexto de não jogo. Isso permitirá um concurso aberto entre escolas, selecionando quem mais contribui para a redução dos GEE, ou que apresenta comportamentos mais saudáveis em relação ao consumo de água, e a consequente vantagem é a promoção de um campus mais limpo e sustentável.

3.5. Memória Descritiva Garrafa Inteligente

Para inovar e criar uma garrafa atraente que simultaneamente aumentasse a consciência para as espécies marinhas ameaçadas de extinção, foi considerada uma forma específica de um mamífero marinho. Embora toda a vida marinha esteja em declínio devido à poluição dos oceanos, nos próximos 30 a 50 anos a Orca pode perder mais de metade da sua população devido às substâncias perigosas na água do mar. Os produtos químicos tóxicos enfraquecem o sistema imunológico da Orca, afetando a sua capacidade reprodutiva (Welch, 2018). Os progenitores também podem, eventualmente, transmitir os poluentes durante o nascimento ou durante o período de amamentação, fazendo com que a espécie diminua gradualmente. Portanto, o formato da garrafa foi baseado nos traços físicos e morfológicos deste mamífero.

O corpo cilíndrico e aerodinâmico dos protótipos A, B e C, inspirado no formato de uma



Figura 36 - Protótipo A, B e C desenvolvidos através de software

Fonte : Mendes et al (2021)

Orca, conforme retratado na Figura 38, apresenta curvas que facilitam uma pega ergonômico, facilitando o uso e transporte da garrafa. Diferentes matérias-primas foram propostas para atender aos resultados da pesquisa. O material usado na produção protótipo A foi o plástico reciclável, destacando as cores contrastantes das Orcas. A rolha do protótipo B é feita de plástico reciclável e o corpo da garrafa é em aço inoxidável e o protótipo C é inteiramente em aço inoxidável.

Os baixos relevos nos protótipos B e C servem para adicionar atrito às curvas do produto. O primeiro relevo foi inspirado nas manchas brancas da Orca e o segundo é baseado na nova imagem de marca do campus do IPVC. A projeção na base tem o objetivo de adicionar estabilidade à garrafa quando colocada numa superfície. Especificamente será o local do chip tecnológico que comunicará com a estação de reenchimento. Todos os protótipos foram projetados para incluir uma etiqueta RFID na parte inferior de modo a facilitar a interface com estação de reenchimento de água inteligente. No que diz respeito a fatores dimensionais, a garrafa inteligente apresenta-se com uma altura de 282 mm por 77 mm de largura e com capacidade para 500 ml de água.

Neste sentido, a garrafa foi estruturada em duas partes, sendo que ambas estivessem interligadas à forma física e morfológica do animal selecionado. Numa primeira fase, apresenta-se a rolha, que foi inspirada na cauda da orca com o intuito de facilitar a sua abertura por parte do utilizador. Além disso, foi acrescentada a saliência de uma das partes da rolha, conforme a figura 38 para que esta possa ajudar alguns utilizadores que apresentem dificuldades motoras de modo a facilitar o seu uso.

Para validação deste produto, o protótipo foi apresentado aos utilizadores para que estes pudessem testar a sua usabilidade e funcionalidade (ex: pegar, beber, carregar e reabastecer), de forma a avaliarem se o produto se encontra dentro das expectativas ou pontos de melhoria. Neste sentido:

"Para compreender o objeto, o utilizador precisa primeiro saber o que é o objeto e porque ele existe, porque tem aquela forma e não outra, porque tem aquele exterior e não outro. Estas indicações que o objeto deverá ter para que o indivíduo se relacione com ele, poderão levar a natureza humana a reconhecer as representações de forma a envolver-se com o objeto. Só depois deste percurso é que o utilizador terá interesse em entender como funciona o objeto." (Soares et al,2012, p.63)

Como afirmam os autores, foi considerado fundamental interpretar cada vez mais o que adquirimos. É importante compreender que a compra em si não é apenas de um mero ato rotineiro, mas algo que gere uma ligação e origine uma curiosidade no consumidor para que este possa procurar mais informação sobre o que está a comprar.

3.5.1 Desenho Técnico da Garrafa Inteligente

O desenho técnico abrange o desenho do produto inteiro com as respectivas cotas, em escala 1:2 (ver apêndice). No desenho abaixo apresenta-se a garrafa na vista frontal, vista lateral, vista superior e perspectiva isométrica. Todo o desenho têm como unidade de medidas milímetros.

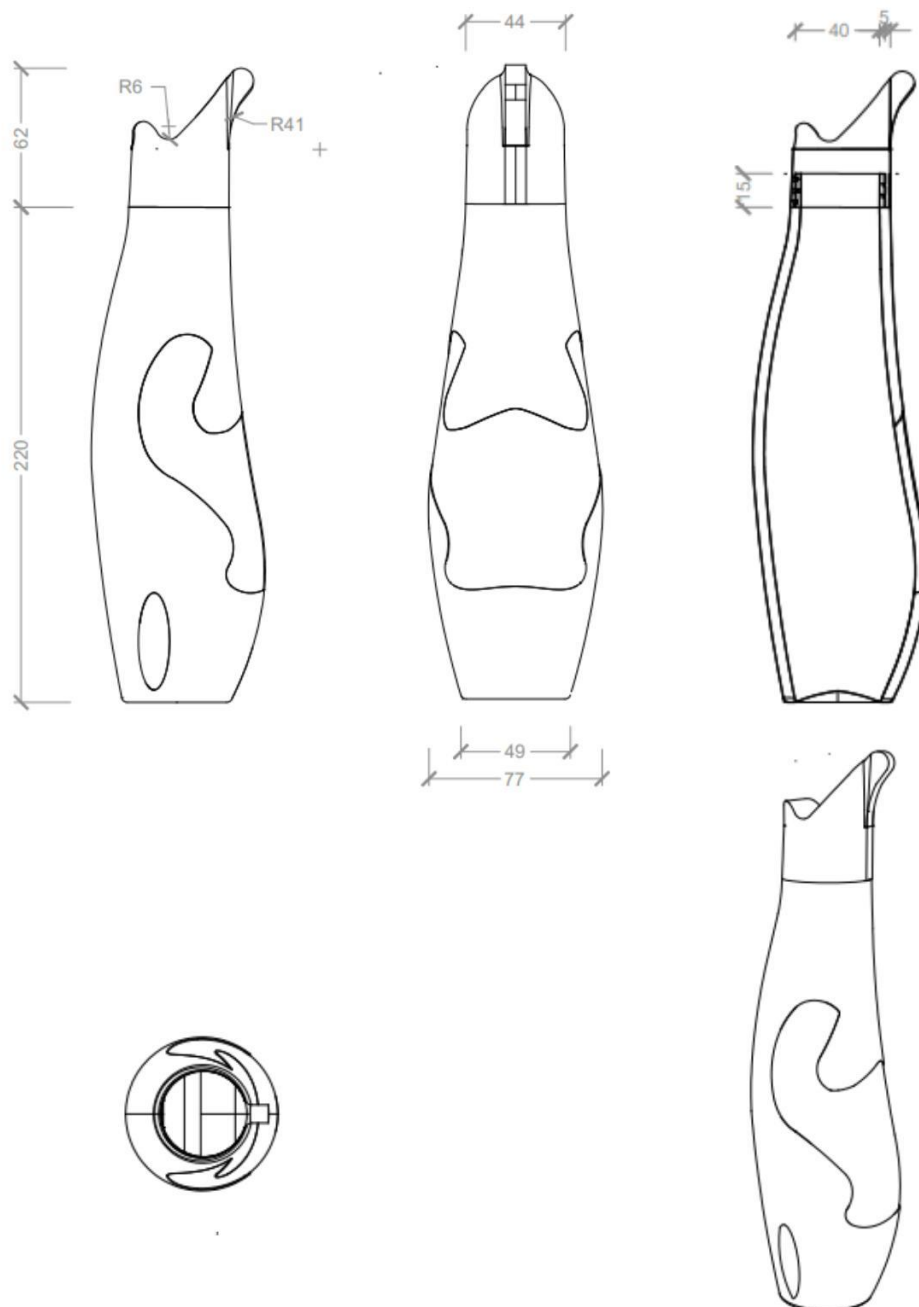


Figura 37 - Ilustração Técnico SmartBottle

3.6. Materialização dos protótipos

No que concerne à elaboração e materialização dos protótipos, para a sua execução dos mesmos foram requeridos ao aluno André Carvalho, orçamentos para três protótipos distintos, nomeadamente, uma garrafa em plástico reciclável, uma garrafa com o corpo em alumínio e a rolha em plástico reciclável, e uma garrafa com o corpo e a rolha em alumínio. Neste sentido, foi presente à equipa de projeto os seguintes pontos:

- ┌ Sendo a garrafa assimétrica, para uma produção em alumínio teria que ser materializada numa máquina CNC de 5 eixos com preços a rondar 100€/hora;
- ┌ Para a solução em alumínio, usar o processo de fundição de alumínio não alimentar, sendo precisos 2 moldes (duas partes do corpo + duas partes da tampa);
- ┌ Relativamente à garrafa em plástico, o material escolhido foi o ABS dado ser o que se apresenta mais acessível para execução de um primeiro protótipo;
- ┌ Materializar o protótipo em impressão 3D com material ABS numa impressora industrial, conforme a figura 39;

No que diz respeito aos orçamentos para materialização dos primeiros protótipos foram apresentados os seguintes:

- ┌ Em polímero, através de impressão 3d industrial (100 € - prazo de entrega 2 a 3 dias úteis);
- ┌ Em alumínio, através de adição (impressora de metal) - 1534.36€ +IVA (sem acabamento), e 1872.82€ +IVA com acabamento (fixagem fina e polimento no conjunto). Com um prazo estimado entre 4 a 6 dias.

Neste sentido, de forma a rentabilizarmos todo o orçamento disposto pela EEA GRANTS para a realização deste projeto decidiu-se, com a equipa de projeto, a materialização de um protótipo em impressão 3D industrial, com acabamentos lisos de forma que os testes de usabilidade e validação do produto por parte dos utilizadores pudessem ser concretizados.

3.7. Protótipos impressão 3d industrial



Figura 38 - Testes de usabilidade com o primeiro protótipo em impressão 3D industrial

3.8. Teste de Usabilidade

Após a materialização do protótipo, este foi submetido a um teste de usabilidade realizado junto de alguns utilizadores, para identificar e solucionar problemas, de forma a melhorar a usabilidade do produto. Este teste teve como principal objetivo avaliar as diferentes tarefas envolvidas no uso da garrafa inteligente como segurar, beber, carregar e reabastecer. Por meio da prototipagem e teste de usabilidade foi possível entender o desempenho dos usuários e a sua relação com a garrafa inteligente (*smartbottle*) e a estação de reenchimento de água.

No que respeita à amostra, foi constatado a participação de 102 pessoas, o que permite uma maior fiabilidade do produto e a esta investigação.

Desta forma e, atendendo à primeira questão “Qual a impressão geral da utilização do produto?”, verificou-se que a maioria dos utilizadores destacou a garrafa como Excelente (45,1% - 46 pessoas).

1. Qual é a impressão geral da utilização do produto?

102 respostas

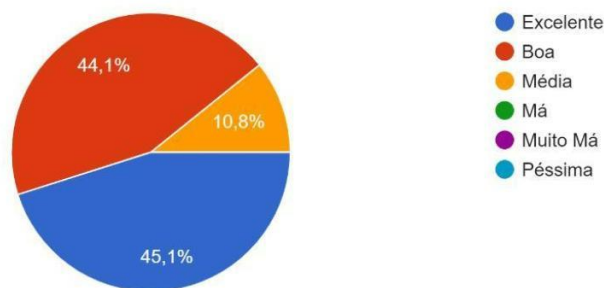


Figura 39 - Gráfico de respostas relativamente à “impressão geral da utilização do produto”

No que diz respeito à questão sobre as dimensões da garrafa, foi possível verificar que o tamanho do protótipo para 92,2% das pessoas demonstrava-se adequado, o que permitiu concluir que, nível dimensional, o produto não necessitaria de reajustes.

2. Relativamente ao tamanho da garrafa este apresenta-se adequado ?

102 respostas

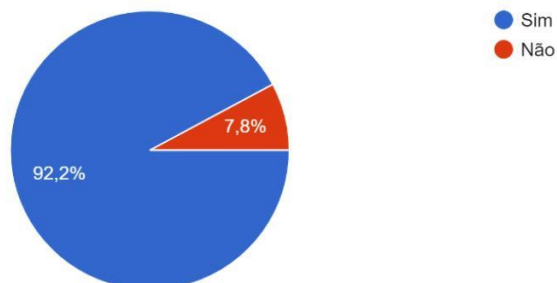


Figura 40 - Gráfico de respostas relativamente ao “tamanho da garrafa”

Dado que um dos principal objetivo deste projeto consiste em reduzir e evitar que os utilizadores do campus IPVC comprem as garrafas convencionais de plástico, foi questionado se após experimentação deste produto, trocariam as garrafas de plástico. Neste sentido, foi possível verificar que 91,2% (93 utilizadores) trocariam os recipientes tradicionais pela *garrafa inteligente*.

3. Após utilizar este produto, trocariam as garrafas convencionais de plástico ?

102 respostas

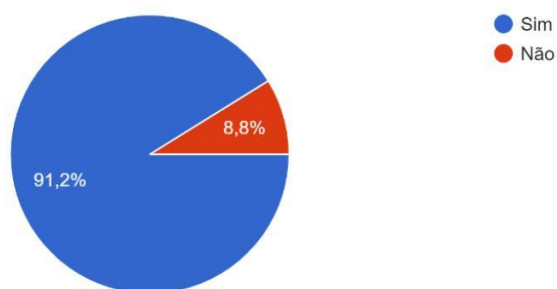
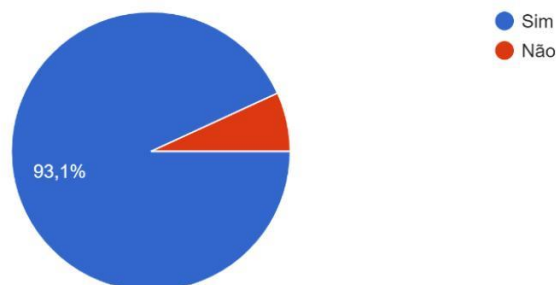


Figura 41 - Gráfico de respostas relativamente à “troca das garrafas convencionais de plástico após o uso do produto”

No que diz respeito aos materiais aplicados na garrafa, foi possível verificar que o facto de o protótipo ser apresentado juntamente com elementos gráficos de modelação 3D (figura.37), veio a tornar-se uma mais valia para a decisão final. No que diz respeito ao material aplicado na garrafa, **93,1% (95 pessoas)** concordou que este era o mais adequado, contudo, verificou-se um nicho de **7 pessoas** que não concordaram com este aspeto. Relativamente aos materiais apresentados, de um modo geral, foi verificado a satisfação e surpresa pelo facto de estar representado naquele produto a Orca, contudo na escolha das respostas não foram tidos em conta fatores estéticos (exemplo garrafa de plástico, apresentando-se a mais elegante e visualmente parecida relativamente às cores do animal) mas sim fatores higiénicos. Neste sentido foi possível verificar que 49% dos inquiridos (50 utilizadores) preferem o alumínio para este produto.

4. O material aplicado na garrafa parece-lhe o mais adequado ?

102 respostas



5. Dos três materiais apresentados qual o que mais gostou?

102 respostas

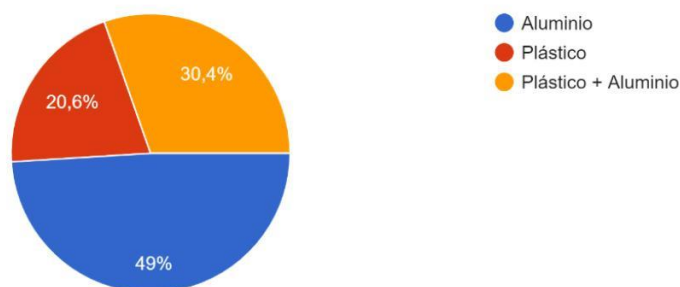


Figura 42 - Gráfico de respostas relativamente à “adequação e preferência de materiais”

No que concerne ao peso que o protótipo apresentava foi possível verificar que 91,2% (93 pessoas) considerou aceitável, nomeadamente, ao peso sem capacidade total, o que posteriormente foi concluído que a volume desta garrafa estaria num nível aceitável por parte de todos os utilizadores.

6. Acha que garrafa encontra-se num peso aceitável ?

102 respostas

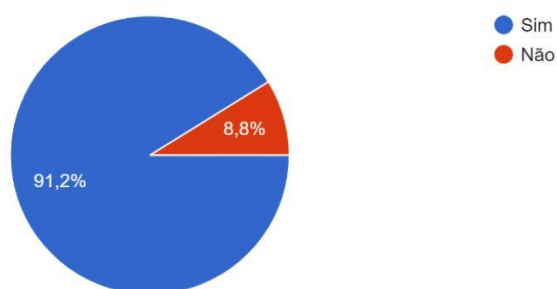


Figura 43 - Gráfico de respostas relativamente ao “peso da garrafa”

Um dos pontos mais abordados por parte dos utilizadores, foi a fácil lavagem da garrafa, pois segundo estes, atualmente, a maior parte das garrafas que se encontram no mercado demonstram-se de difícil lavagem devido aos gargalos estreitos. Para o desenvolvimento deste produto foi tido em conta um gargalo que permitisse a limpeza deste recipiente e que, de igual modo, consentisse a sua funcionalidade sem nenhum transtorno (exemplo: gargalo a colidir com o nariz). Neste sentido, verificou-se que 87,3 % (89 pessoas) concordou que este produto facilita o processo de limpeza pois permite uma boa entrada para instrumentos de limpeza de garrafas (exemplo: escovilhão)

7. A forma da garrafa permite um fácil lavagem após utilização da mesma ?

102 respostas

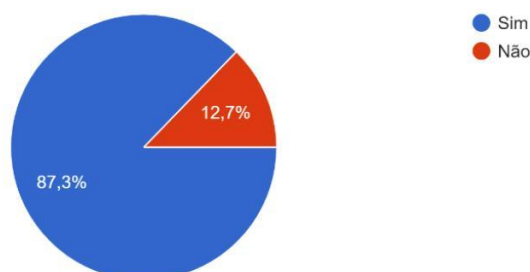
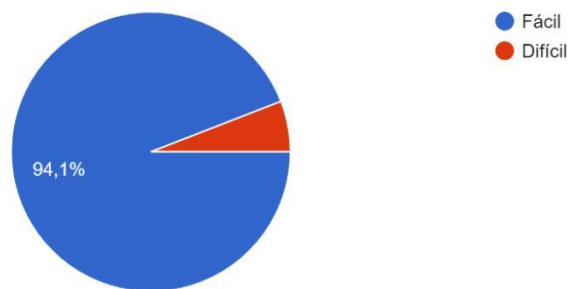


Figura 44 - Gráfico de respostas relativamente à “permissão da garrafa para uma fácil lavagem”

O transporte da garrafa bem como o manuseamento da mesma foram um dos requerimentos mais importantes para os utilizadores no que concerne ao último questionário elaborado. Acerca da questão da dificuldade de transporte, 94,1% (96 pessoas) afirmaram que o protótipo atual era fácil de carregar. Sobre a questão de manuseamento, verificou-se uma aceitação massiva onde 99% (101 pessoas) definiu como fácil o manuseamento da garrafa.

8. Como explica a dificuldade de transportar esta garrafa?

102 respostas



9. No que diz respeito ao seu manuseamento, como o descreve ?

102 respostas

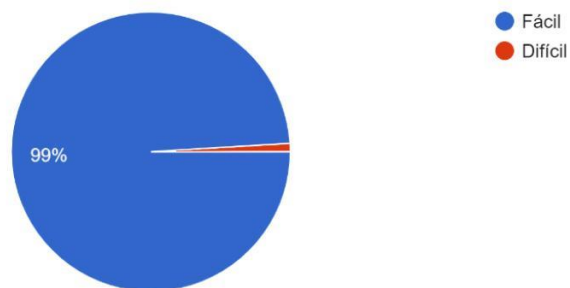


Figura 45 - Gráfico de respostas relativamente ao “transporte e manuseamento da garrafa”

Em relação ao tamanho do gargalo ser ou não adequado para bebedouro verificou-se que, 90,2% (92 pessoas) acha conveniente o tamanho utilizado no protótipo. No entanto, verificou-se que 9,8% (10 utilizadores) dos questionados não concorda visto terem preferência por gargalos mais pequenos, de forma a não correr o risco de colidir com a garrafa no nariz.

10. O tamanho do gargalo encontra-se adequado para ser utilizado como bebedouro ?

102 respostas

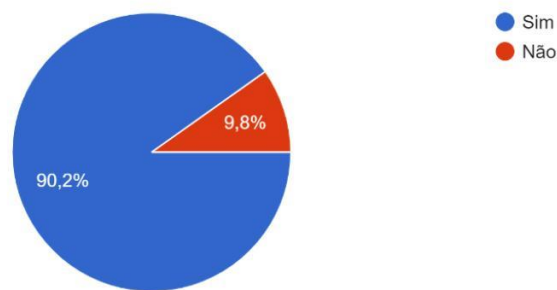
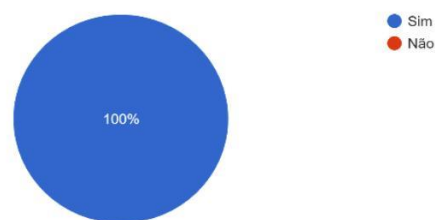


Figura 46 - Gráfico de respostas relativamente ao “gargalo”

No que diz respeito aos relevos aplicados sobre o produto, além de embelezar e fazer recordar o animal em questão, estes têm como principal objetivo permitir um agarrar firme e seguro por parte do utilizador. Neste sentido, foi possível verificar que 100% dos utilizadores concordaram que a garrafa inteligente é um produto ergonomicamente favorável e permite um agarrar eficaz. Relativamente ao seu aspeto, 98% (100 pessoas) concordaram que a garrafa apresenta uma forma atrativa. Deste modo, foi possível concluir que, em termos ergonómicos, visuais e morfológicos, a garrafa não necessitará de sofrer alterações.

11. Os relevos expostos no corpo da garrafa permitem um agarrar eficaz?
102 respostas



12. Visualmente a garrafa apresenta um design atrativo ?
102 respostas

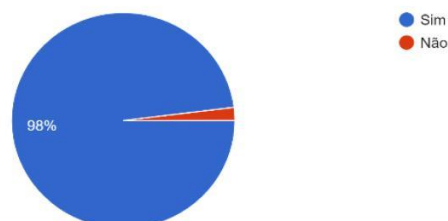


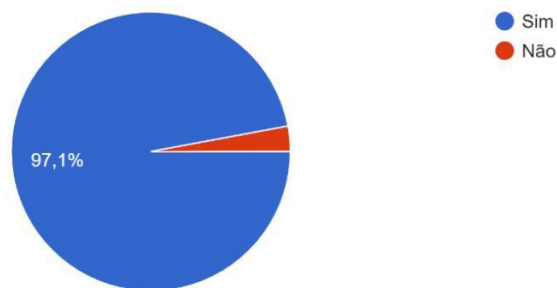
Figura 47 - Gráfico de respostas relativamente à “ergonomia e estética” da garrafa

Outra questão abordada aos utilizadores, foi relativamente ao conceito subjacente na garrafa, nomeadamente se os animais marinhos aplicados ao conceito de novos produtos seria ou não uma boa estratégia para a consciencialização do utilizador da poluição dos oceanos. Neste sentido foi possível verificar que 97,1 % (99 pessoas) concorda que esta prática de consciencialização através de animais é favorável no combate à poluição.

No que concerne à questão “As cores da garrafa são apelativas?” (figura.49) foi possível averiguar que 90,2 % (92 utilizadores) concorda com os aspetos visuais aplicados a este produto, independentemente do tipo de material em questão.

13. Concorda que a representação de animais marinhos aplicados em novos produtos é uma boa estratégia para a consciencialização do utilizador na poluição nos oceanos ?

102 respostas



14. As cores da garrafa são apelativas ?

102 respostas

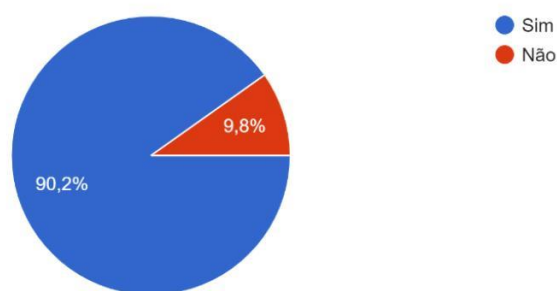
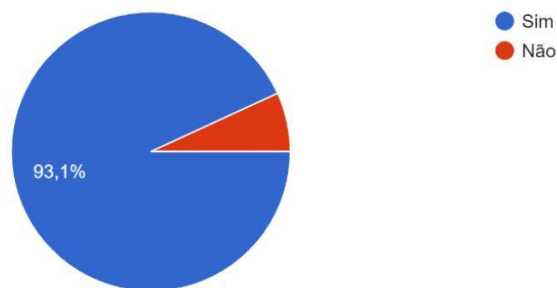


Figura 48 - Gráfico de respostas relativamente à “representação dos animais marinhos como forma de consciencialização para a poluição dos oceanos e as cores aplicadas na garrafa”

Acerca da rolha, foram levantadas algumas questões de modo a validar toda a sua funcionalidade, tanto para pessoas sem dificuldades motoras como para pessoas que poderiam ter essas dificuldades. Sobre a questão “ A rolha permite-lhe uma fácil utilização?” averiguou-se que 93,1% (95 pessoas) concordou que esta era fácil de usar. No que respeita à questão sobre a adição de uma patilha (figura.50) para o fácil manuseamento da rolha para pessoas com dificuldades motoras, 99% dos utilizadores concordou que a aplicação destes pequenos pormenores no desenvolvimento de novos produtos é uma mais valia.

15. A rolha permite-lhe uma fácil utilização ?

102 respostas



16. Na rolha encontra-se uma patilha para o fácil manuseamento para pessoas com dificuldades motoras. Acha que este acréscimo é ...

102 respostas

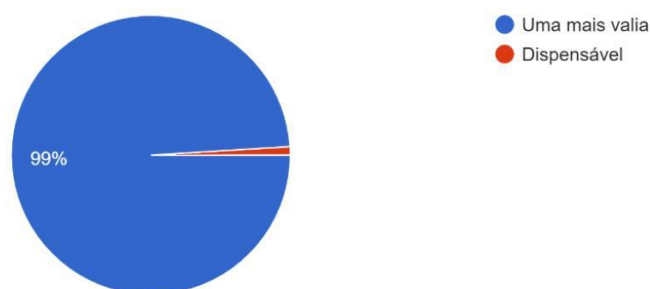
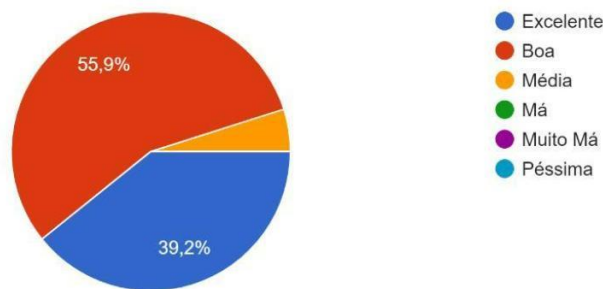


Figura 49 - Gráfico de respostas relativamente à rolha

Relativamente às duas últimas questões, estas enquadram-se na opinião geral do utilizador relativamente à garrafa inteligente. Neste sentido, no que diz respeito à pergunta onde é requerido que o utilizador avalie a garrafa, 55,9% (57 pessoas) considera que o produto é bom, o que revela uma satisfação geral por parte de quase todas as pessoas. Acerca da questão “Considera que este produto atende às suas necessidades?” verificou-se que 96,1% (98 pessoas) afirmam que este produto atente às suas necessidades diárias.

17. Em uma palavra como definiria a garrafa...

102 respostas



18. Considera que este produto atente às suas necessidades ?

102 respostas

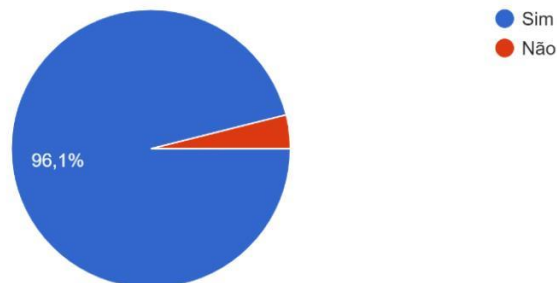


Figura 50 - Gráfico de respostas relativamente à “definição e atendimento de necessidades” do produto

Em suma, a participação dos utilizadores no processo de validação do design deste produto revelou-se vantajoso pois permite que o designer faça uma reflexão em relação aos pontos menos positivos, podendo assim evoluir e melhorar o seu produto de forma a que este possa cativar o maior número de utilizadores e proporcionar uma mudança de hábitos de consumo, para evitar e minimizar a utilização de embalagens poluentes que contribuem para a degradação do planeta.

4. Conclusão

A presente investigação poderá orientar a um conjunto de conclusões pertinentes, uma vez que esta possibilita o cruzamento entre intervenientes a nível académico e empresarial, unindo diferentes áreas, nomeadamente o Design do Produto, a Engenharia Eletrónica e de Materiais. Neste sentido é essencial que o design seja fundamentalmente compreendido como a abordagem pormenorizada dos contextos desta investigação em fases distintas. Desta forma, a metodologia aplicada tornou-se num fator determinante no seguimento do projeto, de modo a criar e a responder às questões de investigação formuladas.

Assim, a metodologia do design do produto aplicada no âmbito da sustentabilidade através de novos produtos capazes de transmitir a mensagem “sustentável” combinada com o simbolismo espécies em vias de extinção devido ao problema decursivo, apresenta-se com uma prática válida que permite reduzir o consumo de garrafas de plástico na comunidade do IPVC. Além disso, a participação direta dos utilizadores na escolha e validação do produto demonstrou-se uma mais-valia no desenrolar do projeto, sendo possível assim, validar todo um processo construtivo e operacional através do uso e experimentação. Deste modo, através da participação do público-alvo na validação de projetos, o designer é apto a desenvolver produtos capazes de transmitir as principais aspirações que estes pretendem para o novo produto, além de que, este poderá combater os problemas dos produtos atuais do mercado.

O design é uma disciplina abrangente, complexa e com um elevado grau de parcialidade em que os resultados se baseiam em muitas variáveis que, em porção, não são completamente manobráveis pelo designer. Similarmente, a sustentabilidade é uma área muito ampla, complexa e que é persuadida por imensos aspetos, alguns deles de amplitude macro que apenas poderão ser influenciados ao nível político.

O design sustentável, é uma área de atividade e de investigação recente que expõe ainda muitas lacunas funcionais, metodológicas e de informação. Assim, continua a ser urgente efetuar colaborações que venham a reforçar o corpo teórico e, principalmente, prático desta atividade para se conseguir integrar a grande diversidade de aspetos que são do âmbito da sustentabilidade.

O modelo proposto, neste projeto, é caracterizado por uma metodologia padronizada e clara, que colabora não apenas para o conhecimento e ensino dos processos de design, mas particularmente, para cooperar em equipas multidisciplinares, em que se investe na pesquisa inicial na definição de uma sistematização de projeto, a qual irá gerar ideias procurando desde cedo soluções para testes, avaliar, melhorar e desenvolver, numa sequência heurística com vista aos objetivos definidos.

Neste sentido, através de uma metodologia mista o designer além do desenvolvimento final do produto, priorizou as fases de desenvolvimento, focadas no público-alvo e nas suas necessidades. A par deste processo, o engenheiro, com uma preparação mais pragmática e direcionada para o resultado técnico do produto final, determinou as soluções de problemas, soluções eficazes na elaboração do protótipo, com foco no produto projetado pelo designer, assumindo uma abordagem diferente em cada uma das fases. No entanto, é fundamental salientar que os dois laboram estas etapas revelando a busca pela inovação na pesquisa, na construção de modelos, nos testes, redesign e na constante procura de novas soluções.

Desta forma, um processo orientado por um método impulsiona a prática do design, agrupando o conhecimento teórico com o conhecimento prático. Assim, com esta investigação objetivou-se, a nível académico, comprovar a importância das conexões entre o contexto produtivo e o contexto académico, que proporcionam um contacto direto com entidades empresariais, originando assim uma maior execução e preparação para o mercado de trabalho. No que diz respeito ao setor empresarial e tendo em conta que esta investigação tem como principal foco a sustentabilidade, representará uma perspetiva estratégica num panorama produtivo, consciencializando e motivando novos delineamentos de execução de produtos inovadores e sustentáveis nas empresas, contribuindo assim para a sustentabilidade do planeta.

A inclusão de tecnologias ICT e IoT demonstra que é possível a criação de uma garrafa inteligente interativa que comunica com uma estação de reenchimento inteligente. Através da pesquisa efetuada na comunidade académica foi possível identificar um conjunto de características físicas, estéticas e funcionais para criar todas as especificações do produto. Além disso, foi executável comprovar que a inovação por meio de design sustentável e novas tecnologias pode ser lucrativa e promover mudanças sistêmicas no comportamento dos indivíduos e das suas comunidades.

Por meio do presente estudo, foi possível verificar que os projetos de design poderão capazes de mudar o modo de vida e hábitos dos consumidores. Como transformador fundamental da sociedade, o design é capaz de desenvolver novas proposições sociais e influenciar atitudes. Aliado ao axioma de que as necessidades humanas não incluem

a degradação do meio ambiente, o poder de aumentar a consciência social permite aos designers melhorar o mundo.

Além disso, é fundamental que futuros designers desenvolvam uma maior capacidade técnica e massa crítica que possibilite interpelar os múltiplos problemas abordados pelo imperativo da sustentabilidade, fazendo-o com competência e conhecimento de causa, porém sem afastar a sua natureza conceptual e criativa e suportando-se no processo de design.

Deste modo, os designers têm de prosseguir o seu método de investigação prático transversalmente ao desenvolvimento projetual, mas tendo em reflexão a necessidade de abordar de forma rigorosa, honesta e factual os problemas alusivos com o nosso método de produção e consumo e a sua insustentabilidade.

A fim de estimular o encontro entre estes dois mundos (técnico e criativo) o ensino do design deve proporcionar, desde o início, nos estudantes a aplicação de ferramentas de ajuda ao desenvolvimento de soluções e de técnicas de suporte ao processo de design, particularmente as que auxiliem a incorporar as normas de sustentabilidade no léxico vigente do futuro designer.

Por fim, o desenvolvimento e apresentação de artigos científicos na DIGICOM 2020 (*International Conference on Design & Digital Communication*) e na AHFE 2021 (*Applied Human Factors and Ergonomics Conference*), no âmbito do tema, veio comprovar a legitimidade desta dissertação e a importância deste método de investigação. Uma proposta que propõe a ligação de um mundo do sustentável com a indústria, utilizando o design como elemento mediador entre as duas partes. Este capítulo demonstrou-se, de facto, encorajador para todo o volume de trabalho que representa.

A curto prazo, a investigação pretende ser uma rampa de lançamento de um novo produto para o mercado nacional pois, cada vez mais, é fundamental que as empresas adotem boas práticas sustentáveis de modo que, em conjunto com as comunidades locais, seja possível contribuir para a redução da poluição. Além disso, é pretendido, numa primeira fase, patentear o design da *garrafa inteligente*, pelo facto de esta se apresentar única no mercado nacional e internacional. Outro aspeto importante, visa a continuidade do projeto com o objetivo de expansão para o mercado internacional. Por fim, traça-se como meta a participação no prémio de design Internacional *Green Award Design 2022*.

5. Referências Bibliográficas

- || ALMEIDA, F.(2002) O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, Brasil
- || AMORIM , C.(2014) A Arte Da Cortiça · 2ª Edição: Julho 2014, Acedido a 07/12/2020 , Disponível em : https://www.amorim.com/xms/files/Documentacao/Brochura_Arte_Cortica_PT_Small.pdf
- || ALMEIDA, I. (2020) A importância da água para a Saúde, Fundação Portuguesa de Cardiologia, Acedido a 06/04/2020, Disponível em : <http://www.fpcardiologia.pt/a-importancia-da-agua-para-a-saude/>
- || ALTO MINHO (2020) Projeto do Politécnico de Viana do Castelo foi considerado o melhor entre 24 candidaturas ao programa “Ambiente, Alterações Climáticas e Economia de Baixo Carbono”, Acedido a 25/05/2020, Disponível em: <https://radioaltominho.sapo.pt/noticias/projeto-do-politecnico-de-viana-do-castelo-foi-considerado-o-melhor-entre-24-candidaturas-ao-programa-ambiente-alteracoes-climaticas-e-economia-de-baixo-carbono/>
- || ASHBY, M. & JOHNSON, K. (2011) Materiais e Design : Arte E Ciência Da Seleção De Materiais No Design De Produto, *Elsevier Editora Ltda*, tradução de Arlete Simille Marques; revisão técnica de Mara Martha Roberto e Ágata Tinoco. - Rio de Janeiro
- || ALSAWAIER, R. (2018) The effect of gamification on motivation and engagement. *Int. J. Inf. Learn.Technol.* 35(1), 56–79 (2018)
- || APQUÍMICA (2020) Reciclagem Química De Resíduos De Plástico – Contributo Para A Economia Circular, Disponível em : <https://www.apquimica.pt/pt/noticias-e-eventos/noticias-apquimica/reciclagem-quimica-de-residuos-de-plastico-contributo-para-a-economia-circular> , Acedido a 06/02/2021
- || BACK, N.; OGLIARI, A. ; DIAS, A. & SILVA, J. (2008) Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem, *Editora Manole Ltda*
- || BARBERO, Silvia; COZZO, Brunella. Ecodesign. HF Ullmann, 2010
- || BARROS, B. & SOUZA, F. (2004) Bambu: Alternativa Construtiva De Baixo Impacto Ambiental ,*I Conferência Latino-Americana De Construção Sustentável X Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído*
- || BARCELOS, L. (2016) O Impacto Dos Plásticos Nos Oceanos, Center For Ecology, Evolution And Environmental Changes / Azorean Biodiversity Group. University Of Azores, Angra Do Heroísmo, Terceira, Azores
- || BARCELLOS, E., & JUNIOR, G. B. (2016). Design Process : Metodologia de Interação entre Design e Engenharia como Vetor de Inovação Belo Horizonte – MG 04 a 07 de outubro de 2016 DESIGN PROCESS : metodologia de interação entre design e engenharia como vetor de inovação. <https://doi.org/10.5151/despro-ped2016-0111>

- || BAUDRILLARD, J. (1995) A Sociedade de Consumo, Edições 70, Lisboa, Portugal, Acedido a 05/12/2020, Disponível em : https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2649001/mod_resource/content/1/BAUDRILLARD_1995_A_sociedade_de_consumo.pdf
- || BIZERRIL, M. X. A.; ROSA, M.J.; CARVALHO, T. (2018) Construindo uma universidade sustentável: uma discussão baseada no caso de uma universidade portuguesa. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, Campinas, v. 23, n. 2, p. 424-447
- || BONSIEPE, G. (1997) Design, do material ao digital. Florianópolis: FIESC/IEL, p. 38. Acedido a 23/11/2020, Disponível em: https://monoskop.org/images/e/e9/Bonsiepe_Gui_Design_do_material_ao_digital.pdf
- || BOZA, C.; CALGARO, C. & LUCCA, M. (2019) Sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e ecodesenvolvimento: Um projeto para uma justiça política-social?, In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIV, n. 87, abr 2011, Acedido a 23/11/2020, Disponível em : http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo_id=9166&n_link=revista_artigos_leitura
- || BLUETOOTH SIG (2021) Learn about the history of and people behind the Bluetooth SIG, Acedido a 23/01/2021, disponível em : <https://www.bluetooth.com/about-us/>
- || BRAGA, J. (2014) Ecodesign: Estudo de caso de estratégias aplicadas a produtos nacionais, *Revista Portuguesa E Brasileira De Gestão*
- || BRAUN, J. & GOMEZ, L. (2007) Ecodesign Como Estratégia De Valorização E Divulgação De Entidades Ambientais: A Atuação Do Setor Gráfico, I Encontro De Sustentabilidade Em Projeto Do Vale Do Itajaí, Brasil
- || BRITISH PLASTIC FEDERATION (2021) Plastic Recycling Disponível em : https://www.bpf.co.uk/sustainability/plastics_recycling.aspx, Acedido a 06/02/2021
- || BRITO, G. & VIEIRA, S. (2014) Materiais De Construção: Alumínio , Laboratório de Construção da Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Portugal
- || BROWN, T. (2009) - Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation. 1st ed. New York: HarperCollins
- || BROWN, T. (2008). Design Thinking - Design Básico. Harvard Business Review. Acedido a 10/05/2020, Disponível em : <https://readings.design/PDF/Tim%20Brown,%20Design%20Thinking.pdf>
- || BAUMAN, Z. (1998) Globalization, The human consequences. Columbia University Press;
- || BÜRDEK, B. (2006) História, Teoria e Prática do design de Produtos, *Blucher, TERPHANE*
- || CAMPOS, J. L. ; PEREIRA, P. C (2009) Design para a sustentabilidade: O tecidosocial em processo de re-singularização. BOCC. Biblioteca On-line de Ciências da Comunicação, v. 7, p. 1-10
- || CARBONARI, G. , JUNIOR, N. ; PEDROSA, N.; ABE, C. ; SCHOLTZ, M. ; ACOSTA, C. & CARBONARI, L. (2017) Bambu – O Aço Vegetal, Mix Sustentável - Edição 05/V3.N.1 |

- || CARDOSO, Juliana. O design industrial como ferramenta para a sustentabilidade: estudo de caso do couro de peixe. Revista Espaço Acadêmico, Maringá, nº 114, p. 110-117, nov. 2010.
- || CARSON, R. (2000) Silent Spring Penguin Classics. Acedido a : 28/11/2020, Disponível em : http://library.uniteddiversity.coop/More_Books_and_Reports/Silent_Spring-Rachel_Carson-1962.pdf
- || CAVALCANTE, A. L. B. L., PRETO, S. C. S., FIALHO, F. A. P., & FIGUEIREDO, L. F. G. de. (2012). Design para a Sustentabilidade: um conceito Interdisciplinar em construção. *Projetica*, 3(1), 252. <https://doi.org/10.5433/2236-2207.2012v3n1p252>
- || CHAGAS, E. (1994) Diferenças entre Alienação e Estranhamento nos Manuscritos Econômicos-Filosóficos (1844) de Karl Marx, Educação e Filosofia
- || CHEHEBE, J. R. Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., CNI, 1997
- || CLARO, P., CLARO, D. ; AMÂNCIO, R. (2008) Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações, *R.Adm.*, São Paulo, v.43, n.4, p.289-300
- || COMISSÃO EUROPEIA (2016) Comunicação Conjunta ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, Governamentação Internacional dos Oceanos: uma Agenda Para o Futuro dos Nossos Oceanos, Bruxelas, Bélgica
- || COSTA, R. (2008). Sistema Automático de Identificação e Colocação de Informação em Garrafas de Gás, Tese de Mestrado, FEUP, Porto.
- || CORTESE, A. D. (2003). The Critical Role of Higher Education in Creating a Sustainable Future. *Planning for Higher Education*, 15–22.
- || CUNHA, P.; DINIZ, P.(2018) "A Fotomontagem e o Design", p. 1262-1266 .São Paulo: Blucher, DOI 10.5151/cidi2017-119
- || CUNHA, F. (2015) Arquitetura Sustentável: Contributos da Arquitetura Vernacular Portuguesa, Dissertação de Mestrado, Universidade Católica Portuguesa, Viseu, Portugal
- || DALIBOZHKO, A. & KRAKOVETSKAYA, I. (2018). Youth entrepreneurial projects for the sustainable development of global community: evidence from Enactus program. *SHS Web of Conferences*. 57. 01009. 10.1051/shsconf/20185701009.
- || DEWBERRY, E. (1996). Ecodesign. PhD thesis The Open University. Acedido a 01/12/2020 , Disponível em : <http://dx.doi.org/doi:10.21954/ou.ro.00004d85>
- || DIREÇÃO GERAL DE SAÚDE. (2017). Dia Mundial da Água – SNS. Acedido a 20/05/2020, Disponível em: <https://www.sns.gov.pt/noticias/2017/03/22/dia-mundial-da-agua/>
- || DIREITO, D. (2011) A Indústria da Cortiça e o seu Potencial de Inovação, Tese de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal
- || EDWARDS, A. R. (2005) The Sustainability Revolution, *New Society Publishers*, Gabriola Island, Canada.

- ERIKSEN, M., LEBRETON, L. C. M., CARSON, H. S., THIELD, M., MOORE, C. J., BORERRO, J. C., GALGANI, F., RYAN, P. G., & REISSER, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. PLoS ONE, 9(12), 1–15. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- FACCA, C. (2008) O Designer como pesquisador: Relações entre design, pesquisa e metodologia; Tese de Mestrado, Universidade Anhembi Morumbi, Brasil
- FAUSTINO, M. & AMADOR, F. (2016) O Conceito De “Sustentabilidade”: Migração E Mudanças De Significados No Âmbito Educativo, Desenvolvimento Curricular e Didática, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal
- FERREIRA, Â. (2013) Contribuição para o desenvolvimento de um modelo de intervenção do design no artesanato, Tese de Doutorado, Universidade do Minho, Guimarães
- FILHO, E. (2006) Projeto de Produto, Apostila do Curso – 8ª edição, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
- FIKSEL, J. ; McDANIEL, J. & SPITZLYE D. (1998) Measuring Product Sustainability, Battelle Memorial Institute, *The Journal of Sustainable Product Design*, July 1998
- FUAD-LUKE, A. (2009) Design Activism - Beautiful strangeness for a sustainable world. Londres, Earthscan. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Brasil
- FUKUSHIMA, N. (2009) Dimensão Social do Design Sustentável: Contribuições do Design Vernacular da População de Baixa Renda
- GIL, L., (1998.) Cortiça: Produção, Tecnologia e Aplicação. INETI
- GOMES, A. (2010). Design de Embalagens Sustentáveis para Brinquedos. Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- GORE, A. (2006) Uma verdade inconveniente, Lisboa, Esfera do caos.
- GUERRA, D.(2015) Bluetooth Low- Energy- Redes BLE e aplicações em Redes de Sensores, Mestrado em Engenharia Eletrônica, Instituto Técnico Lisboa, Lisboa.
- HOWARD, C.B. & ABDELRAHMAN (2021) Exactly What Every Plastic Recycling Symbol Actually Means, Good Housekeeping Institute, Disponível em: <https://www.goodhousekeeping.com/home/g804/recycling-symbols-plastics-460321/> , Acedido em: 06/02/2021
- ICSID (sd.) About ICSID, Acedido a 29/11/2020, Disponível em : <https://icsid.worldbank.org/About/ICSID>
- KAZAZIAN, T. (2005) Haverá a idade das coisas leves, Design e Desenvolvimento sustentável, 2ª edição, Editora SENAC, São Paulo, Brasil
- LEFTERI, C. (2017) Materiais em design – 112 materiais para design de produtos. Blucher: São Paulo
- LEONARD, A. (2011), A História das Coisas: da Natureza ao Lixo, o que Acontece com Tudo que Consumimos. Zahar, Rio de Janeiro. Acedido a: 29/11/2020, Disponível em :

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/613741/mod_resource/content/1/Leonard_2011_A_historia_das_coisas.pdf

|| LÉVY, P. (2007) A Inteligência Coletiva: por uma antropologia do ciberespaço. 5.ed. São Paulo: Edições Loyola

|| LOVELOCK, J. E. (1990). Hands up for the Gaia hypothesis. *Nature*, 344, 100-102

|| LU, R. (2014) A cortiça na construção, Tese de Mestrado, Universidade Técnico de Lisboa, Lisboa, Portugal

|| MACEDO, F., BUSNARDO, F., MARINA, N., MARILZETE, B. (2006) Sustentabilidade como Requisito de Design. In: VII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Anais do VII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Paraná: UFPR, , p. 1-11.

|| MAIO, A. (2014) Bluetooth Low Energy para Monitorização da Postura no Ciclismo, Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Guimarães

|| MAIS POLÍMEROS (2020) Plásticos Recicláveis, Disponível em: <http://www.maispolimeros.com.br/category/plasticos-reciclaveis/> , Acedido a 06/06/2021

|| MANZINI, E.; VEZZOLI, C. (2005). O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. 1ª ed., 1ª reimp. São Paulo : Edusp.

|| MANZINI, E. (2008) “Design para a inovação social e sustentabilidade”. Cadernos do Grupo de Altos Estudos, Programa de Engenharia de Produção da Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro, vol. I. Acedido a 12/06/2020, Disponível em : <https://pt.scribd.com/document/364340439/MANZINI-Design-Para-a-Inovacao-Social-e-Sustentabilidade>

|| MARINE LITTER SOLUTIONS. (n.d.). What are Microplastics? - Marine Litter Solutions. Retrieved May 28, 2020, from <https://www.marinelittersolutions.com/about-marine-litter/what-are-microplastics/>

|| MENDES J., CURRALO A., CURADO A., LOPES S.I. (2020) The Sustainable Smartbottle: A Proposed Design Methodology to Minimize Plastic Pollution. In: Martins N., Brandão D. (eds) *Advances in Design and Digital Communication. Digicom 2020. Springer Series in Design and Innovation*, vol 12. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61671-7_27

|| MENDES J., CURRALO A., CURADO A., LOPES S.I. (2021) Fostering Sustainability on Campus: Design of an IoT-Enabled Smartbottle for Plastic Reduction in the Academic Environment. In: Raposo D., Martins N., Brandão D. (eds) *Advances in Human Dynamics for the Development of Contemporary Societies. AHFE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 277. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80415-2_3

|| MORRIS, W. (1919) Useful Work Versus Useless Toil, *The JuDD Publishing Co.*, Reprinted from na Edition published by the “ Freedom Library”, London, England.

|| MUELLER, C. As contas Nacionais e os Custos Ambientais da Atividade Econômica. *Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 13, n. 23, p. 66-99, 1995. Acedido a 22/11/2020, Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/view/10523/6164>

- || McDONOUGH, W. & BRAUNGART, M (2002) *Cradle to Cradle, Remaking The Way We Make Things*, *DURABOOK*, New York, USA.
- || NASCIMENTO, F. (2007) *Processamento por Fricção Linear : Caracterização e análise de ligas de alumínio processadas AA5083-O e AA7022-T6*, Tese de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal
- || NATIONAL GEOGRAPHIC (2019) *Consumo de Plástico em Portugal: Estamos no Bom Caminho?*, Acedido a 10/10/2020, Disponível em: <https://www.natgeo.pt/planeta-ou-plastico/2019/02/consumo-de-plastico-em-portugal-estamos-no-bom-caminho>
- || NEVES, D. (2011) *Eco design e Design Sustentável*, Acedido a 30/11/2020, Disponível em : https://www.academia.edu/6698714/ECODESIGN_E_O_DESIGN_SUSTENT%C3%81VEL
- || NEVES,A. ; OLIVEIRA, A. ; BARROS,G.; BARROCAS,L.; ARAÚJO,M.; CAVALCANTI,V. (2017) *Década De 60: A Primeira Geração De Métodos Do Design*, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Brasil
- || NORMAN, D. (2004) *Emotional Design : Why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books;
- || OMS (2016) *Be Smart Drink Water, A guide for school principals in restricting the sale marketing of sugary drinks in and around schools*; World Health Organization, Acedido a 10/10/2020, Disponível em : https://iris.wpro.who.int/bitstream/handle/10665.1/13218/WPR_2016_DNH_008_eng.pdf
- || O.N. U. (1972). *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – 1972. Declaração de Estocolmo*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.07.028>
- || O.N.U (2017). 'Turn the tide on plastic' urges UN, as microplastics in the seas now outnumber stars in our galaxy. UN News. Acedido a 05/ 06/2020 Disponível em: <https://news.un.org/en/story/2017/02/552052-turn-tide-plastic-urges-un-microplastics-seas-now-outnumber-stars-our-galaxy>
- || PAPANEEK, V. (1972) *Design for the Real World, Human ecology and social change*, Londres, Thames and Hudson
- || PAULA, C.(2007), *O futuro a gente faz agora*, Acedido a 30/11/2020, Disponível em : <https://cienciadoleite.com.br/noticia/3055/o-futuro-a-gente-faz-agora>
- || PLASTICS EUROPE. (n.d.). *Marine Litter* :: PlasticsEurope. Acedido a 27/05/2020, em: <https://www.plasticseurope.org/en/focus-areas/marine-litter>
- || PAZMINO, A. V. (2007) *Uma reflexão sobre Design Social, Eco Design e Design Sustentável*. I Simpósio Brasileiro de Design Sustentável. Curitiba
- || PEREIRA, M. (2012) *Projeto Bambu, Introdução De Espécies, Manejo, Caracterização E Aplicações*, Bauru, Brasil
- || PEVSNER, N (2000) *Pioneers of Modern Design: From William Morris to Walter Gropius*. London, *Penguin Books*

- PIATTI, T. & RODRIGUES, R. (2005) Plásticos: Características, Usos, Produção E Impactos Ambientais, Universidade Federal De Alagoas, Brasil
- PINHEIRO, C.; STEINHAUS, C.; CHERUTTI, M. (2018) Um Estudo Sobre Terminologias De Sustentabilidade Na Moda, *IARA – Revista de Moda, Cultura e Arte* - Vol. 10, Centro Universitário Senac; São Paulo; Brasil; Acedido a 10/10/2020, Disponível em: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistaiara/wp-content/uploads/2018/12/IARA-2.pdf>
- PRIBERAM. (n.d.). Definição de sustentabilidade no Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, o dicionário online de português contemporâneo. Acedido 28/05/2020, em: <https://dicionario.priberam.org/sustentabilidade>
- PUHLMANN, H. (2015). Introdução à tecnologia de identificação RFID. Acedido a 29/05/2020, Disponível em : https://www.researchgate.net/publication/277954223_Introducao_a_tecnologia_de_identificacao_RFID
- WALLPAPER CAVE (2019) Plastic Pollution Wallpapers, Acedido a 18/09/2020, Disponível em : <https://wallpapercave.com/plastic-pollution-wallpapers>
- REIS, J. (2013) O Desenvolvimento Sustentável E A Reciclagem De Alumínio, Monografia, Curitiba, Brasil Ramallete
- RIFKIN, J. (1995) The End of Work : The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era, G. P. Putnam's Son, New York
- RIGHI, C. (s.d) Biónica e Design. Fabrício Vanden Broeck, Disponível em : <http://carlosrighi.com.br/177/Bionica/Bionica%20e%20Design%20%20Vanden%20Broeck.pdf> , Acedido a : 15/06/2021
- RODRIGUES J. ; BELLIO, L. & CAVALCANTE, C. (2012) Sustentabilidade No Design: A transversalidade das teorias filosóficas e suas articulações na contemporaneidade complexa, Ano 6, n.9, jan-jul 2012, pp. 95 – 115. ISSN 1982-615x
- RYN, S.; & COWAN, S. (1996) Ecological Design. 10ª Edição. California: Island Press
- SACHS, I. (2002). Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: Garamond.
- SACHS, I. (2004). Desenvolvimento: incluídos, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond.
- SALAS-ZAPATA, W.; RÍOS-OSORIO, L.; CASTILLO, J.A.D. La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia. *Interciencia*, v.2, n.9, 2011. Acedido a 21/11/2020. Disponível em : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921204011>
- SANTOS, G. ; PEREIRA, M. ; PASCHOARELLI, L. (2019) Aplicação de materiais sustentáveis no design de artefatos de uso cotidiano: o caso do cabo de tesoura em bambu laminado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil;
- SHAPIRO, A.; SCHMITT, S.; TIBALDESCHI, P. (2015) ; Globil : WWF's global observation and biodiversity information portal, The International Archive of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, Berlim, Germany

- SEVERO, E.(2013) A Inovação e sustentabilidade ambiental nas empresas do arranjo produtivo local metalomecânico automotivo da Serra Gaúcha, Tese Doutorado em Administração, Programa de Pós-Graduação Doutorado em Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Universidade de Caxias do Sul, Brasil
- SILVA, S. (2014) Sustentabilidade À Portuguesa: Hábitos De Consumo, Tese de Mestrado, Universidade Lusófona do Porto, Portugal
- SILVA, J.(2007) Os Montados - Muito para além das árvores. Vol. III dea Sande Silva [Coord. Ed.], 2007. Coleção Árvores e Florestas de Portugal. Jornal Público/ Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento/ Liga para a Protecção da Natureza.Lisboa. 9 vol
- SILVA, O. (2009) A Tecnologia NFC e os novos modelos de negócio móvel, Relatório de Dissertação, FEUP, Porto.
- SILVEIRA, C. (2015) O Design e a Consciência da Sustentabilidade Integral : O Projeto Tamar na Vila Regência, Es. Tese de Mestrado, Bauru, Brasil, Acedido a 29/11/2020, Disponível em: <https://silo.tips/download/design-sustentavel-e-desenvolvimento-social>
- SIMÕES, S. (2008). Sistema de Fidelização sobre NFC (Near Field Communication). Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, disponível em: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/232852/1/dissertacao.pdf>
- SOARES, L.; POMBO, F.; DONEGANI, D. (2012) “O designer como intérprete de cenários de equipamentos.” Tese doutoramento em Design, Departamento de comunicação e Arte, Universidade de Aveiro
- SOBRAL,P., FRIAS, J. & MARTINS,J. (2011) Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. Ecologia, 3, 12–21. Acedido a 05/06/2020, Disponível em: <https://doi.org/10.1170/T921>
- SIMÕES, S. (2008). Sistema de Fidelização sobre NFC (Near Field Communication). Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, disponível em: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/232852/1/dissertacao.pdf>
- SPANGENBERG, J. & BONNIOT, O (1998) Sustainability indicators: A compass on the road towards sustainability, Wuppertal Papers, No. 81, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, Acedido a 06/12/202, Disponível em :<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-7218>
- THACKARA, J. (2005) In the Bubble: Designing in a Complex World.The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.
- TUKKER, A., et Al. (2006). Environmental impact of products (EIPRO): Analysis of the life-cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25, acedido 30/11/2020:. Disponível em:http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_summary.pdf
- UTRI,C.A (2021) Estudo De Propriedades Físico-Mecânicas De Composto Plástico Reciclado, Trabalho De Conclusão De Curso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Paraná, Brasil

- || VAN DER LUGT, P. & VOGTLÄNDER, J. (2016) The Environmental Impact of Industrial Bamboo Products - Life-Cycle Assessment and Carbon Sequestration, INBAR – International Network for Bamboo & Rattan
- || VICENTE, J. (2012) Contributos para uma Metodologia de Design Sustentável Aplicada a Indústria de Mobiliário: O Caso Português. Tese de Douturamento, Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade, Lisboa, Portugal. Acedido a 28/11/2020, Disponível em : <http://hdl.handle.net/10400.5/5645>
- || VIDAL, M. B. (2002). Taylorismo, fordismo e toyotismo: uma análise do sistema de trabalho. Tese de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande
- || VIGGIANO, M. (2010) Edifícios Públicos Sustentáveis. Brasília, s.n, 2010, p.51.
- || WIGGINS, S. ; WIGGINS, M. ; COLLINS, J. ; SHAW, S (2009) Sustentabilidade Ambiental : Respondendo às mudanças ambientais e climáticas, *Tearfund*, Teddington, Reino Unido
- || VIANNA, M.; VIANNA, Y.; ADLER, I.K.; LUCENA, B.R.B. (2012). Design Thinking: Inovando em negócios. In MJV Press (Issue 1)
- || VIEIRA, P. (2018) Estratégias De Design Para A Comunicação Da Sustentabilidade: Uma Proposta Metodológica, Colaborativa, Para A Identificação E Classificação Da Sustentabilidade Nas Embalagens De Produtos Alimentares, Tese de Doutoramento, Faculdade De Belas Artes Da Universidade Do Porto, Porto, Portugal
- || WELCH, C. (2018) Metade da População Mundial de Orcas Pode Desaparecer. Porquê?, *National Geographic*, Disponível em : <https://www.natgeo.pt/meio-ambiente/2018/10/metade-da-populacao-mundial-de-orcas-pode-desaparecer-porque>, Acedido a 25/01/2021
- || WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENTAL AND DEVELOPMENT (WCED). Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- || WORLD HEALTH ORGANISATION. (2016). Be smart, Drink water. 1–16. Disponível em : <http://apps.who.int/iris/handle/10665/208340>
- || WWF. (2019). 2019 year in review: Our biggest wins. Acedido 25/05/2020. Disponível em: <https://updates.panda.org/wins-2019>
- || WWF (2006) Relatório do Planeta Vivo 2006, Brasil
- || ZARINATO, H.S. & ROTONDARO, T. (2016) Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade, Dilemas ambientais e fronteiras do conhecimento I, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, Disponível em : <https://www.scielo.br/j/ea/a/G37mRh8hrkJkGqk3yYX3qG/?format=pdf&lang=pt>, Acedido a 06/12/2020

6. Apêndices

6.1. Apêndice 1 –International Conference On Design & Digital Communication (Digicom 2020)

6.1.1. Email referente à Candidatura



Joao Mendes <joaomendes.lida97@gmail.com>

[Digicom2020] Register as new user

1 mensagem

Digicom2020 (via OCS) <noreply@springer.com>

7 de agosto de 2020 às 12:22

Responder a: digicom@ipca.pt

Para: João Mendes <joaomendes.lida97@gmail.com>

Dear Sir or Madam,

Your paper

063 -- 'Designing a Sustainable Smartbottle: practical case of Participatory Design to minimize plastic pollution '

has been accepted in the conference

'Digicom2020'.

This conference is managed via the 'Online Conference Service' (OCS). We could not find a user account for this e-mail address. Therefore we invite you to register to the service.

Please follow this link to register:

[https://ocs.springer.com/misc/registerasnewuser/joaomendes.lida97\\$0040gmail.com/40131e9f423c987e](https://ocs.springer.com/misc/registerasnewuser/joaomendes.lida97$0040gmail.com/40131e9f423c987e)

--

This message was generated automatically by
- The Online Conference System (OCS) -

<https://ocs.springer.com/misc/>

6.1.2. Programa da Conferência



INTERNATIONAL CONFERENCE
ON DESIGN & DIGITAL COMMUNICATION

DETAILED PROGRAM // 5-6 NOVEMBER 2020

All the time is based on Lisbon, Portugal Time (GMT+01:00)

FRIDAY, NOVEMBER 6 TH // 14:00h - 15:30h					
Session 5A: Design Strategies and Methodologies		Session 5B: Graphic Design and Branding		Session 5C: Digital and Communication Design	
ZOOM LINK: TO BE ANNOUNCED SOON		ZOOM LINK: TO BE ANNOUNCED SOON		ZOOM LINK: TO BE ANNOUNCED SOON	
Moderator: to be announced		Moderator: to be announced		Moderator: to be announced	
Session in English		Session in English		Session in PT/ES	
14:00 Design in the Anthropocene: Intentions for the Unintentional Pierre J. Oskari, João A. Mota		14:00 Branding for social innovation: the importance to communicate consistently Álvaro Sousa, Teresa Franqueira, Ana Afonso		14:00 Movimentos Cívicos de Âmbito Municipal: O Papel das Redes Sociais no Engajamento dos Cidadãos Lucinda Caetano, José Luís Crespo, Rodrigo Cury Paraiço	
14:15 The Sustainable Smartbottle: a proposed design methodology to minimize plastic pollution João Mendes, Ana Filomena Curralo, António José Gancedas Curado, Sérgio I. Lopes		14:15 Modex, a fashion regional branding for the enhancement of the Campanha's style Patrizia Ranzo		14:15 Design Participativo – desenhar com crianças para a prática de uma alimentação saudável Carla Cadete	
14:30 Thinking through Design and Its Contribution to Data Collection Methodology in Interdisciplinary Research Practice: Questionnaire/Interview Construction and Analysis Renata Arezes, Joana Quental, Anabela Pereira, Raquel Guimarães		14:30 The importance of a digital strategy: The International Conference on Corporate Social Responsibility as a case study Joana Silva, Cátia Rijo, Nuno Martins		14:30 Análise heurística do modo multi-janela no Samsung Galaxy Fold Filipe Raposo, Pedro Costa, Rodrigo Hernández Ramírez	
14:45 Play as a trigger for designing significant experiences Carla Suzana Dias, Ana Baptista		14:45 Master in Food Design, the creation of a new brand identity Vera Barradas, Carolina Galegos, Cátia Rijo		14:45 Design e envelhecimento: explorando conceitos e significados Yago Rodrigues, Cristiane de Menezes, Luís Dias, Ana Veloso	
15:00 Visual literacy framework for animation movies Jorge Luís Barcelos		15:00 Revisiting branding and rebranding: Implications in Marketing and Design Sergio Dominique-Ferreira, Andreia Roque		15:00 O papel do Design de Interfaces na marca Patrícia Góis, Célia Figueiredo	

6.1.3. Artigo The Sustainable Smartbottle: A Proposed Design Methodology to Minimize Plastic Pollution



The Sustainable Smartbottle: A Proposed Design Methodology to Minimize Plastic Pollution

João Mendes¹, Ana Curralo^{1,2(✉)}, António Curado³,
and Sérgio I. Lopes^{1,4}

¹ ADiT – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal
anacurralo@estg.ipvc.pt

² ID+ – Instituto de Investigação em Design, Media e Cultura, Aveiro, Portugal

³ Prometheus – Instituto Politécnico de Viana do Castelo,
Viana do Castelo, Portugal

⁴ IT - Instituto de Telecomunicações, Aveiro, Portugal

Abstract. Plastic production worldwide exceeds 300 million tons per year. About 3% of that production represents 8 million tons of plastic annually reaching rivers, seas and oceans. Plastic water bottles are a major example of everyday waste that directly impacts the economic and ecological sustainability. Based on literature review, this work presents a problem definition, objectives and methodological process to be implemented by a multidisciplinary team of designers, engineers and managers for the future design of a sustainable smartbottle. The main goal is the reduction of plastic pollution from the IPVC academic community. The proposed methodology includes participatory design concepts to increase the engagement of end-users and to refine the smartbottle design, based on four core criteria: functionality (volume, ergonomics), interoperability (communication technologies), sustainability (materials), and cost. The hybrid methodology is intended to foster design solutions focusing on target users and their needs. Engineers will also collaborate on the problem solving process towards the production of different prototypes. An interactive process from an early stage may potentially drive the practice of design alongside other scientific areas, canvassing theoretical knowledge and practical ability. Nonetheless, it should be noted that the project is at an embryonic stage and as such the results may not be assured, and future results may in fact impact the proposed methodological process.

Keywords: Smartbottle · Sustainability · Plastic pollution · Participatory Design

1 Introduction

Local, national and supranational organizations are dedicating large efforts to increase the global resilience to climate change, promoting more and less urgent measures of adaptation to the new climate conditions. Governments have been advancing concrete measures to adapt to climate change at the local level. Low-carbon technological

solutions and climate change mitigation actions are becoming common in cities and inside organizations, namely higher education institutions. However, to be effective, this process requires an increased awareness of citizens, in order to result in the increased engagement of citizens.

The worldwide annual production of plastics for all kinds of uses exceeds 300 million tons [1]. Of that annual plastic production, 8 million tons (about 3%) end up every year in rivers, seas and oceans. In fact, plastic debris constitutes 80% of all marine detritus, including litter floating on surface waters and sediments settled in the deep-sea [1]. The degradation of ocean life involves not only the risk of death of all marine species who ingest plastic detritus or are meshed by it, to all kinds of risks regarding food safety, tourism and health [2]. In addition, this also represents a harmful contribution to climate change. There is an urgent need for specific international legislation to address the issue of marine plastic pollution, adequately coordinated among all countries. There is also a strong need to support research on the reduction of single-use plastics consumption. This reduction subsequently decreases plastic waste, which ultimately favors the reduction of marine plastic pollution [3].

Hence, the project RefillH2O proposes to reduce the sale of plastic water bottles in the 6 schools of the Polytechnic Institute of Viana do Castelo (IPVC), respective bars, canteens and halls of residence. This intends to promote the application of the principles of circular economy, reducing the use of plastic materials, the subsequent plastic production and ultimately reducing plastic waste. The IPVC is a higher education institution that in addition to investing in innovation, research and knowledge, assumes a proactive role in the sustainable development of the Alto Minho region in the north of Portugal. Public higher education institutions have a particular moral responsibility in increasing the awareness, knowledge, skills and values required to create a fair and sustainable future. Although often overlooked, higher education institutions play a key role in the reduction of plastic waste and towards sustainability as a whole [3].

Reducing the consumption of plastic water bottles would constitute a change in the consumption habits of the IPVC academy: students; teachers and employees, favoring a reduction in the production of disposable waste, which also consumes energy in the recycling process, increasing the emission of greenhouse gases. From a methodological point of view, the RefillH2O project intends to implement, in a first stage, an exhaustive survey at the scale of the IPVC (schools, bars, canteens and halls of residence, to identify the consumption habits of the resident population (students, teachers and staff) concerning plastic water bottles. In this survey, the resident population will be invited to identify a set of physical, aesthetic and functional requirements. These may allow the identification of design specifications to develop a new environment friendly water bottle, made of the most appropriate materials, with automatic opening and closing, easy to fill, with the adequate volume, durable, and aesthetically appealing.

In a second stage, during the implementation of the survey, a water refill station will be developed and installed in all IPVC schools, bars, canteens and halls of residence. This will bring together a set of innovative features. In the initial process, the characteristics of the water for distribution will be studied, introducing purification, filtering and aromatizing systems. In addition to water quality, a digital screen with information for the user will be incorporated in the refill station. The displayed information will include the amount of plastic saved by each individual filling and by the total number

of fillings dispensed by that station since the date of entry into operation, energy savings from the associated consumption reduction, and the respective reduction in the emission of greenhouse gases (GHG). To encourage the use of the refill stations, the bottle design should be attractive and based on the duly selected plastic free materials, for large scale reuse and assuring the quality of the dispensed water.

This project also intends to encourage those who attend the IPVC installations to use the product in refilling stations so that the excessive consumption of plastic bottles is reduced in this institution. This way, the designer becomes the main binding agent, interconnecting different scopes, inscribing a semantic value that translates the relationship between the bottle, the refilling station and the user.

Although the world is increasingly governed by technology, environmental issues are progressively pervading in our lives. This reflects the importance of the quality of the objects produced and consumed in our society. More and more, international organizations insist on passing a message aiming at the transformation of consumption habits, towards the sustainability of the planet, enhancing the development, use and search for sustainable materials.

The contribution of this article consists in the development of a method between design and engineering targeting the future production of a functional, ergonomic, and eco-friendly bottle. Technology will be applied in order to satisfy the user's needs as he interacts with the designed bottle. In addition, each time the refilling station is used, it will be able to improve the awareness of the community concerning the importance of reducing plastic bottles consumption.

2 Sustainable and Participatory Design

Design for Sustainability takes into account environmental issues and Product Design. The main goal is a balance between the production system and the needs of social well-being, optimizing the production process and the product lifecycle. The intersection point is environmental impact reduction. To design new products and new experiences requires ecologic and economic sustainability concerns. As first intermediary between product and user, the designer is required to promote the use of alternative materials to plastic.

This project-oriented study intends to apply the Design Thinking method by Brown [4], and also the concept of Participatory Design, in an interactive process. The goal is to achieve a final product considering the feedbacks from the target audience, giving this bottle a specific identity. To design an interactive bottle i.e. a 'smartbottle' may be considered an exercise of experience design whereas the artifact 'smartbottle' allows an increased user experience through the promoted interactions. They raise the end-user's awareness and promote literacy regarding environmental and economical sustainability. An interaction artifact may be regarded as a system, a device, object, or environment that is able to communicate with humans. Artifacts may include buildings, elevators, cars, bicycles, rooms, kitchens appliances such as refrigerators, or as in our case, a bottle of water.

The core concepts behind such interaction include a wide variety of communication possibilities and close collaboration between humans and the artifact for a specific

applicational context. Hence, the inclusion of new technologies in the design of these artifacts, such as sustainable materials and the ability to communicate, plays a central role in the design process followed in this work. It opens new avenues for research and innovation in several areas of knowledge, such as Usability Engineering, Interactive Environments, Ubiquitous Computing, Mechanical Engineering, and Electrical Engineering.

The concept of participatory design brings the stakeholders to the center of the design process by actively promoting users' participation. It can be seen as a democratic design process that enables the coexistence of social and technological developments in systems requiring human interaction. This process is founded on the argument that users should also be involved in the designs they will be using [5].

A critical success factor on participatory design is to create engagement with end-users to effectively refine the prototype candidates. At the stage of prototyping, participatory design is used in the prototype lifecycle, cf. Fig. 1, which can be divided in four stages that can iterate in a cyclic approach: A) create design solutions; B) realize design alternatives; C) verify and refine concepts, and D) understand user needs.

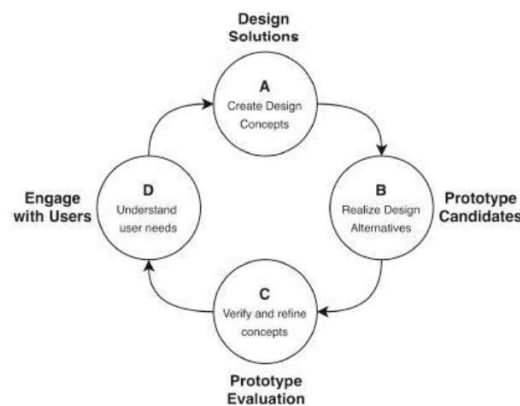


Fig. 1. Prototype Candidates Lifecycle. Adapted from [5].

Hanington and Martin have identified the origin of participatory design in the 1970s in Scandinavia. Firstly, computer professionals worked closely with ironworkers and metalworkers' union leaders and members in Norway, towards the integration in their workplace of new techniques. The degree and extent of participation - and, by contrast, the designer's authority - are central to the discussion on participatory methods.

The task of the professional is no longer to produce finished and unchangeable solutions, but to develop solutions in continuous dialogue with those who will use the final work. The energy and imagination of the professional are directed to raising the citizens' level of awareness in the discussion. The solution will come out of the exchanges between the two. The professional states opinions, provides technical information, and discusses consequences of the different alternatives, just as citizens state their opinions and contribute with their expertise [6].

Concerning the effectiveness of the participation method, how should people be involved? The appropriate participation methods must be identified in order to achieve the desired objectives. Methods must fit the purposes. Methods such as community workshops and charrettes promote human resources development in a variety of different subjects. They also allow the participants to have control over decisions. Public hearings, on the other hand, may provide information but may not promote community support [6]. Concerns about sustainability were another factor that guided design thinking concerning the context, namely the broader context of ecosystems, hence the collaborative design.

The international debate on sustainability has underlined the need to consider the issue of consumption and social equity. The principle of equity proposes that each person has the right to the same level of satisfaction obtained through the natural resources. According to Vezzoli and Manzini [7], it is necessary to assess the role of design considering the core issue of fostering quality criteria that distinguish the social demand for wellbeing and the increased consumption of resources, which characterizes industrialized societies. Defining the relationship between design and sustainability as the focus of the study, we intend to outline a proposal that analyzes the morphological dimension of a water bottle and the user's interaction with the refilling station, so that they will seek to fill their bottles through the available equipment, thus contributing to a smaller ecological footprint. The development of sustainable products is design's answer to the desire for a better quality of human life and environment protection.

The changes in thinking about sustainability involve a new approach to design teaching and propose the introduction of principles and practices for sustainability and their relationship with society in higher education. Design should not be detached and isolated from other areas of knowledge, but instead collaborate in an inter-disciplinary approach. The ability to think creatively and holistically is essential to support sustainable development. As is the case with the present product, the materialization of the product will depend on physical characteristics, on the selection of materials, understanding the limitations and aspects concerning human anatomy. This combination of elements highlights the importance of ergonomic studies and the relationship between the bottle and the user, and their interaction with the refilling station.

3 Criteria for Concept Selection

Several design solutions will be conceptualized before implementing the prototype candidates, guided by four main criteria previously selected by a multidisciplinary team of designers, engineers and managers, during a brainstorming session. Using this approach, the following four design criteria were selected to evaluate the design solutions: functionality; interoperability; sustainability and cost.

When dealing with a product whose main objective is the reduction of plastic in the IPVC community, the designer must take into account several aspects, such as the choice of materials and manufacturing methods, cost issues, usability, how to present the product to the specific market, and also the ease-of-use. Thus, the designer becomes the main agent in a fight for sustainability, as this plays the fundamental role in the

decision-making process for his product design. The designer holds the responsibility to present products with the least possible environmental impact.

This study intends to highlight and demonstrate the importance of design project for the use of alternative materials and knowledge sharing, namely between Design and Engineering. This allows applying hybrid methods towards an interactive product design.

Considering that the development of the bottle will gather different engineering disciplines, this research intends to explore the use of different communication technologies, such as RFID (Radio Frequency IDentification), BLE (Bluetooth Low Energy) and NFC (Near Field Communications). This will allow greater interoperability between the smartbottle and other systems or objects, such as the refill station. According to Puhlmann [8], RFID is an identification technology that uses radio frequency to communicate data and allows a transponder to be read with no need for a direct visual field, through objects made from diversified materials, such as wood, plastic, or paper. The RFID tag is a small object that can be placed on a person, an animal or a product [9].

With regard to BLE communications technology (Bluetooth Low Energy), it was designed to improve the energy consumption performance of mobile devices [10], such as smartphones, smart-watches and other wearable devices normally used for communications in a personal area network. BLE is a short-range wireless communication technology, with very low energy consumption (ULP - Ultra Low Power) that employs a light weight protocol with several predefined services that can be used to easily pair distinct devices [11].

Regarding NFC technology (Near Field Communication), it was initially directed at contactless communication, evolving from RFID technologies and Smart Cards. It is a short-range technology operating on a 13.56 MHz frequency. With data transfer up to 424 kbits, the communication starts at the moment when two NFC devices are approaching. Also, it is physically compatible with RFID tags. Contactless identification technology makes it possible for the user to pay for a transaction by proximity cards. This mobile technology thus increases comfort, safety and speed in several situations, anytime and anywhere, such as payments cards, ticket purchase through mobile phone, and also loyalty rewards, programs based on points, vouchers, coupons or gift cards through mobile phone [12].

4 Design Methodological Process

Since design is a multidisciplinary activity, the design project requires following a method to help problem solving. The method is the path of rational, explicit and systematic procedures put in place to achieve the goal of the final project and to carry it out successfully. Multidisciplinary teamwork is key to reach solutions that answer to the complexity of the problems. Different methods will naturally be employed in a multidisciplinary team. A four-stage process is interesting since it allows the integration of different design methods, combining different disciplines. They all contribute towards the progression of the project, depending on the needs on each stage, following

in this work the identified trend: from the product to the user, from the user to the context, from context to participation.

The proposed methodology is grounded on a crossed methodology based on the intersection of complementary tools through surveys, fieldwork, statistics, interviews, among others, determining the course of this research. According to Facca [13], scientific research and methodology, research and project methodology and design research and knowledge are related through design study as a language and information system. The study is based on data, information, knowledge and research as a way of acquiring design knowledge applied to product design.

Subsequently, the proposed research is based on the following methodology, divided in four stages, as shown in Fig. 2.

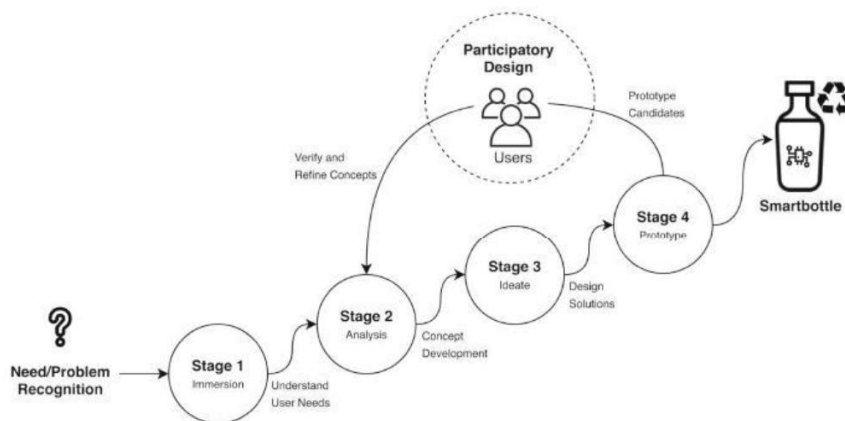


Fig. 2. Methodology proposed to develop the Smartbottle.

4.1 Immersion

The first stage addresses the immersion in the problem. In order to understand the target audience, it must take into account behaviors, desires and expectations, as well as the reality experienced by the user. Designers are able to imagine solutions that are inherently desirable and to meet explicit or latent needs. Sustainability issues will also be analyzed.

The first stage will thus be divided in two moments, preliminary and in depth. The earlier aims at reframing and understanding the problem [14]. In contrast, the latter concerns the identification of needs and opportunities that may guide the generation of solutions that will later be determined in the third stage of the project.

This way, it is very important to collect data through surveys, reaching a large number of students from the IPVC community. The following stage such data will be processed and analyzed, originating essential information. Intensive research is also very important at this stage, studying different case studies and taking into account the evolutionary aspects regarding sustainability, health, eco design and electronic

engineering. This will allow the verification of a proposition that may be viable for the IPVC community.

4.2 Analysis

The second stage concerns the analysis and synthesis of the results previously found. The efforts on searching for information on the problem will be useful along the whole design process. Gathering pertinent information allows further understanding that will subsequently result in a better definition of the problem, namely eventual faults or errors by other designers.

As the previous stage is an intensive stage of data collection, this moment becomes essential for the review and selection of useful content to advance the research process. It thus concerns analyzing data from surveys and the selected bibliography, answering three fundamental questions: “What is it?”, “When to use it?”, “How to apply it?” [14], schematizing and interpreting answers and charts, crossing all the information collected and deducing relevant considerations to apply during the design process.

The comprehensive nature of the problem can only be found by examining it through the proposed solutions. Otherwise, a simple examination through one and only proposal may result in a biased approach. At least two radically different solutions are required in order to compare sub-problems and reach a clearer picture of the real nature of the problem.

4.3 Ideate

The third stage regards the idealization. The purpose of this phase is to give freedom to propose solutions, even if improbable. It is useful to explore the full potential of different eventual solutions, even if only partially. In a first moment, it will be essential to perform a brainstorming session and structure some diagrams, charts and map different hypotheses for products.

This includes the water bottle, so that it will be informed and characterized by the knowledge of the context, the opinion of the target audience and the search for new project perspectives. At this stage, several designs are conceptualized guided by different criteria selected by a multidisciplinary team of designers, engineers and managers. Among those criteria, the following four were selected:

- **Functionality:** regarding weight, volume of water the bottle can hold, and ergonomic aspects;
- **Interoperability:** regarding the ability of the interactive artifact, i.e. the smartbottle, to communicate with other objects or systems;
- **Sustainability:** regarding materials used (environmental) and their impact on circular economy (economical);
- **Cost:** regarding the overall production cost of the smartbottle.

After the charts are structured under these topics, it will be pertinent to understand what is found at the center of the needs of this community, and how this product can be designed to answer such factors. For that purpose, it will be necessary to question the

users through surveys, in a most friendly fashion, in order to understand what the target users feel, what moves them, and what motivates them.

There may be for instance some preference for a more expensive bottle with more technology. On the other hand, a cheaper bottle with less technology may be preferred. And how important is the selected material or the cost? To what extent are these attributes critical issues? How is predominantly organized the hierarchy of values and needs of the target users?

By the end of this stage, as depicted in Fig. 3, the four idealized solutions are mapped according to the selected criteria, in order to simplify and justify the selected design solutions that will inform the prototype candidates in the next stage.

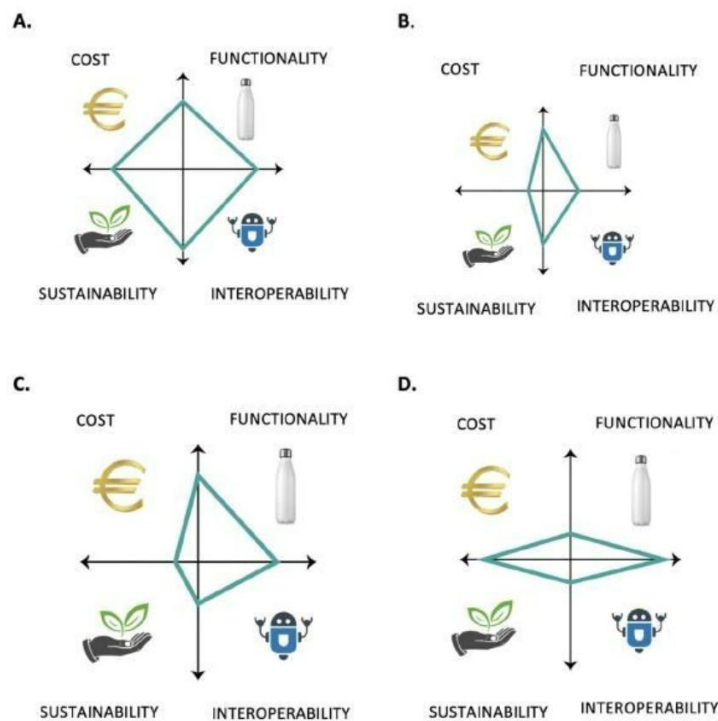


Fig. 3. Example of mapping 4 hypothetical design solutions, (A, B, C, and D) according to the selected criteria.

After gathering and analyzing all the fundamental information for the idealization of the present research, the experimentation stage will begin. According to Vianna et al. [14], this stage aims to originate innovative ideas to support the design project. For that purpose, the synthesis tools created in the analysis stage will be used to stimulate creativity and generate solutions that are in accordance with the context of the subject under study. The purpose is to produce sketches to identify the general morphology of the bottle.

Afterwards, materials will be explored and tested, as well as production processes, proportions, standards and techniques to adopt. The designer should take into account several aspects. The choice of materials, manufacturing method, product marketing, cost and practicality, and how easy the product is to use, i.e., to understand [15].

4.4 Prototyping

In this project, this stage concerns the prototyping of the final product. The purpose is to select the best design hypothesis in terms of ergonomics, functionality, and selected materials. There will be a further approximation to the sustainable concept and with good mechanical characteristics. Firstly, some questions will be posed concerning the sketches from the ideation stage. In fact, according to Vianna et al. [14], the prototyping process starts with the formulation of questions that must be answered concerning the idealized solutions.

After this moment, several hypotheses will be formulated and several tests will be developed in order to validate the final prototype. Subsequently, since this depends on the material selection, the project team will visit the production facilities for continuous monitoring of the project. However, the goal of prototyping is not to create a working model. It is to give form to an idea to learn about its strengths and weaknesses and to identify new directions for the next generation of more detailed, more refined prototype [4]. After analyzing all the issues that might interfere in any way in this product, the final prototype will be identified, as shown on the lifecycle in Fig. 1.

5 Benefits of the Methodology

Through this methodology, we intend to collect data and produce information based on different perspectives for analysis. The present research stems from an interdisciplinary connection between Design and Engineering. Implying the application of mixed process, the comparison and cooperation between methods will favor and influence the output of more thorough and representative final results. The main goal of design methodology is to explain how designers think and develop methods that make the design process more efficient and effective.

It is thus possible to optimize the project, improving it on specific stages, or under different aspects and thus achieve a greater potential for innovation. The interaction between creativity and engineering explains the expression ‘creative engineering’, concerning creative improvement and interpretation. This alliance allows the technology resulting from the sum of these areas to involve different fundamental agents for innovation. In turn, the use of Design Thinking as engineering of ideas also aims to stimulate creative thinking, perfecting practices and projecting visual thinking [15].

In addition, Design Thinking becomes an approach that applies the designer’s thinking and problem-solving methods, responding to the needs of individuals in a technologically and commercially feasible manner. On the other hand, for human beings, directed thinking is innovation [4]. The method follows the entire product cycle. Thus, when linking Design and Engineering, this method should facilitate a broader and also more specific research. Throughout the different stages, processual

risks will be assessed, contributing to the final product development and improvement from the point of view of sustainability, problem-solving, and return, considering the selected end users and their specific needs.

Profiting from factors that cross the context, such as time, communication or complexity, interpretation in the design process is a dynamic process, argumentative, cyclical, recyclable and therefore sustainable. To think about the proposals in this way is to immerse, analyze, idealize, build, experiment and reassess the product. Also, if relevant, to redesign the project based on the prototypes and final product. Supported by the technical concept of engineering, the design method is a creative process that recognizes technical issues in addition to ideas and human issues, which are focused on people's needs.

Along the methodological process, the original question remains inflexible, ignoring the complexity of the context, and excluding any dialogue with the answer. Therefore, it is necessary to operate in an open development, through advances and setbacks. These are specific to the variations in current reality. The pragmatic application of this method in engineering becomes a Creative Engineering Design Process incorporating in the project practical characteristics concerning the technical execution [16]. The application of this method allows establishing standards of execution, thus collaborating in a better planning and implementation of ideas. Developing with such implementation, the method is integrated in a methodology that fosters innovation, and product improvement through reevaluation, reconstruction and correction.

6 Final Considerations

This research project may reach different pertinent conclusions. This is possible because it allows a cross-over between academic and manufacturing agents. It brings together different areas of knowledge, namely Product Design, Electronics and Materials Engineering. The artificial segregation of subjects in order to allow specialization at an academic level does not correspond to how these different areas of knowledge perform in the actual world. The world is intrinsically transdisciplinary. The cycle of water consumption in plastic bottles is a clear example of that.

Hence, it is vital to acknowledge design as intrinsically transdisciplinary. It is fundamental a detailed study of the contexts for research in different stages. This way, the methodology becomes a tool, a determining factor in the entire follow-up of the project. It participates in questioning and providing answers for the research questions that may arise during the design process, informing and enriching the research conclusions.

The proposed model features a standardized and clear methodology, collaborating not only for the knowledge and teaching of Design processes, but particularly towards cooperation in teamwork for the development of adequate methodologies. The investment on initial research is immediately profitable when defining a project systematization. It also allows generating several different solutions, open for testing. From an early moment, designers are able to look for solutions and to evaluate them according to a given set of criteria, improving and developing a potential product in a heuristic fashion, focusing on the established objectives.

Through a hybrid methodology, the designer, in addition to the final product development, may prioritize the development stages, focused on the target users and needs. Along this process, the engineer has a more pragmatic elaboration, focusing on technical traits of the final product, problem-solving, effectiveness and elaboration of prototypes, with a different approach on each stage. However, it is essential to emphasize that both areas of knowledge work through these stages and in the design project. They both seek innovation in research, as they build the models, test them, and change them, constantly searching for better solutions.

This method-oriented process may also fuel a design practice crossing theoretical and practical knowledge. This research at an academic level thus aims to prove the importance of connections between the manufacturing universe and the academic universe. These crossovers promote direct contact with real life manufacture, resulting in more information, understanding and ability to perform in the actual labor market.

Targeting planetary sustainability from the standing point of an individual smartbottle, this research portrays a strategic perspective for the manufacturing industry. In the long run, raising awareness and motivating green design may impact the academia, the manufacturing partners, and society as a whole, relying on the butterfly effect. Our initial conditions have a profound corollary, forecasting the future can be possible, provided that increasingly more sustainable products are designed and produced, allowing innovation to contribute towards the sustainability of human life of the planet Earth.

Acknowledgements. The author wish to thank specially the Program Environment, Climate Change and Low Carbon Economy, created following the establishment of a Memorandum of Understanding between Portugal and Iceland, Liechtenstein and Norway, under the EEA and Norway Grants 2014-2021, for the program areas of Environment and Ecosystems (PA11), and Climate Change Mitigation and Adaptation (PA13), for financing the project 10_SGS#1_REFILL_H2O. The project was selected in the scope of the notice of funding opportunity Small Grant Scheme # 1, concerning projects for the prevention and awareness raising for the reduction of marine litter. This Project contributes to the execution of the Objective no. 1 of the Environment Program, which is to increase the application of the principles of Circular Economy in specific sectors, and the Output 1.3 of the Program, through the promotion of Circular Economy through the Reduction of plastics in the Oceans, originated from terrestrial activities, in accordance with the Annex I of the Program Protocol as signed on May 27, 2019.

References

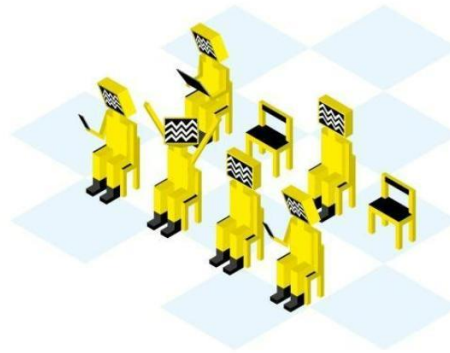
1. The United Nations Environment Programme (UNEP) Homepage. <https://www.unenvironment.org/interactive/beat-plastic-pollution>. Accessed 30 June 2020
2. Sheavly, S., Register, K.: Marine debris and plastics: environmental concerns, sources, impacts and solutions. *J. Polym. Environ.* **15**, 301–305 (2007)
3. Cortese, A.: The critical role of higher education in creating a sustainable future. In: *Planning For Higher Education Journal*, Volume 31, Number 3, March–May 2003, pp. 15–22, SCUP, Ann Arbor (2003)
4. Brown, T.: *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. HarperCollins, New York (2009)

5. Hartson, R., Pyla, P.: *The UX Book: Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience*. Elsevier, China (2019)
6. Sanoff, H.: *Community Participation Methods in Design and Planning*. Wiley, New York (2000)
7. Vezzoli, C., Manzini, E.: *Design for Environmental Sustainability*. Springer, London (2008)
8. Puhlmann, H.: Introdução à tecnologia de identificação RFID. https://www.researchgate.net/publication/277954223_Introducao_a_tecnologia_de_identificacao_RFID. Accessed 29 May 2020
9. Costa, R.: Sistema automático de identificação e colocação de informação em garrafas de gás. FEUP, Porto (2008)
10. Guerra, D.: *Bluetooth Low-Energy - Redes BLE e aplicações em redes de sensores*. Instituto Técnico de Lisboa, Lisboa (2015)
11. Bluetooth Homepage. <https://www.bluetooth.com/specifications/assigned-numbers/>. Accessed 30 June 2020
12. Simões, S.: Sistema de fidelização sobre NFC (Near Field Communication). Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa (2008)
13. Facca, C.: *O Designer como pesquisador: relações entre design, pesquisa e metodologia*. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo (2008)
14. Vianna, M., Vianna, Y., Adler, I., Lucena, B.: *Design Thinking: inovando em negócios*. MJV Press, Rio de Janeiro (2012)
15. Norman, D.: *Emotional design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Books, New York (2004)
16. Barcellos, E., Botura Junior, G.: Design Process: metodologia de interação entre design e engenharia como vetor de inovação. In: *Blucher Design Proceedings*, pp. 1307–1317. Blucher, São Paulo (2016)

6.1.4. Certificado de participação



**INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
DESIGN & DIGITAL
COMMUNICATION
PORTUGAL 2020**



CERTIFICATE

We hereby certify that

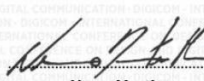
João Mendes

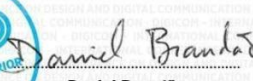
participated with a presentation of the paper:

**The Sustainable Smartbottle: a proposed design
methodology to minimize plastic pollution**

at DIGICOM 2020 – International Conference on Design and Digital Communication,
November 5-7, 2020, in Teatro Gil Vicente, Barcelos, Portugal, organized by the
School of Design of the Polytechnic Institute of Cavado and Ave and by ID+,
Research Institute for Design Media and Culture.

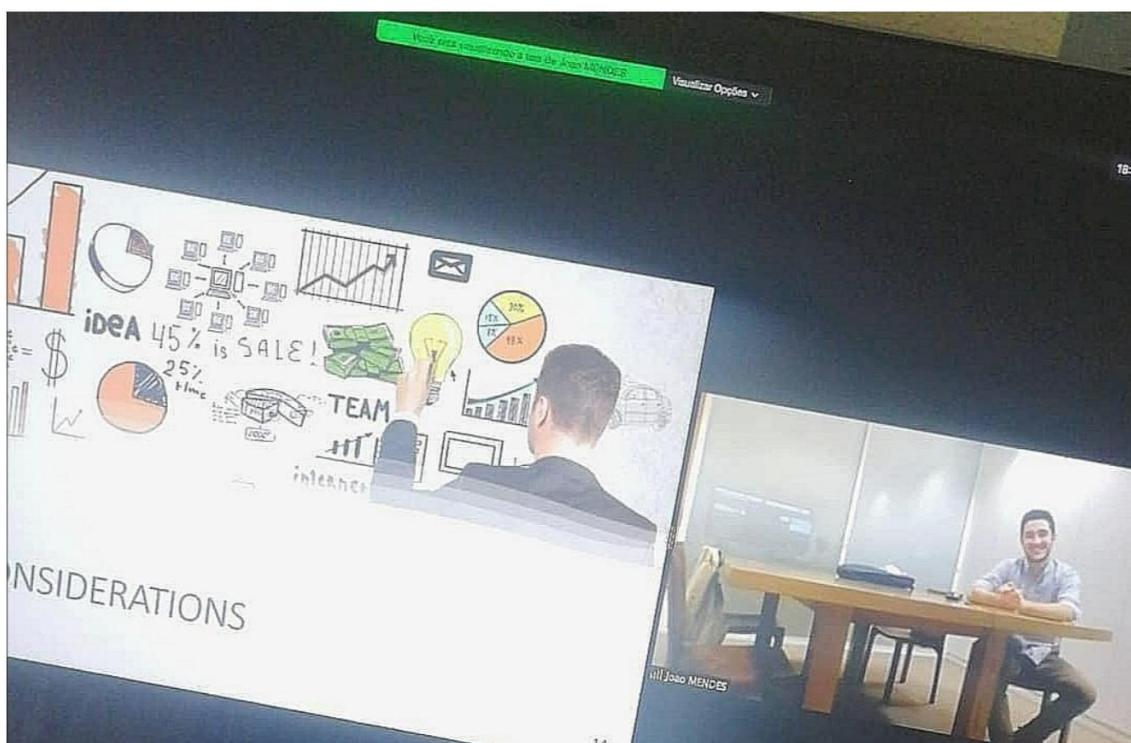
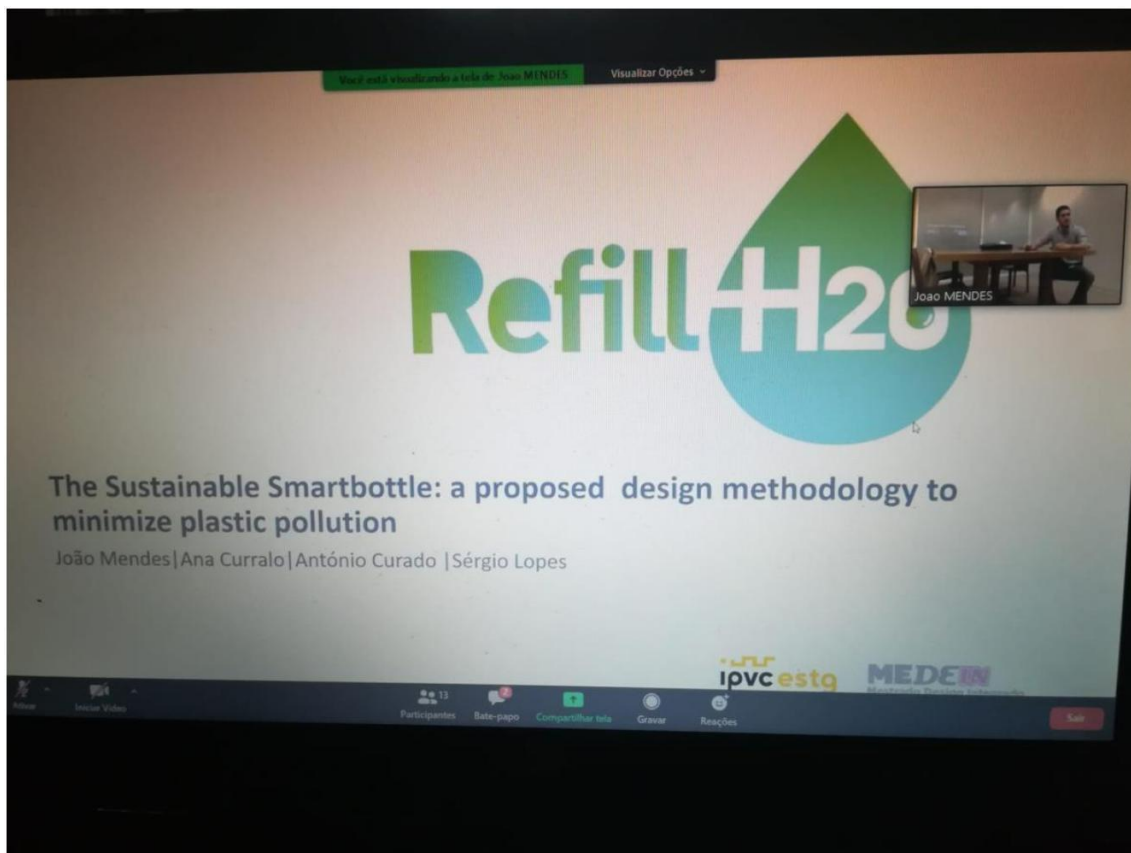
On behalf of the Scientific Committee,


Nuno Martins
General Chair


Daniel Brandão
Co-Chair



6.1.5. Fotografias da Apresentação



6.2. Apêndice 2 – 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2021) and Affiliated Conferences

6.2.1. Email referente à candidatura



Joao Mendes <joaomendes.lida97@gmail.com>

AHFE 2021 Full Paper Publication Notice [Paper ID:1767]

1 mensagem

AHFE 2021 Conference <cms@ahfe.org>

3 de maio de 2021 às 19:51

Responder a: admin@ahfe.org

Para: joaomendes.lida97@gmail.com

Dear João Mendes,

Thank you for your full paper submission, your full paper (camera-ready submission) was accepted and forwarded successfully for publication in the AHFE 2021 Springer books.

Paper ID#: 1767

Paper title: Fostering Sustainability on Campus: Design of an IoT-enabled smartbottle for plastic reduction in the Academic Environment

Review team will contact you directly if they have review questions or further revisions.

You will receive email notice directly from Springer team in the next 45 days with your paper proof, please respond promptly to Springer notice.

Sincerely,

AHFE 2021 Administration
www.ahfe.org

6.2.2. Programa AHFE 2021

Detailed Technical Program

Tuesday, July 27, 2021

53	Sustainability and Ecodesign Chair: Daniel Raposo, Portugal	HDCS
15:00–16:30 - AHFE 11	Dryas as a model for lighting products design Liliana Soares, Ermanno Aparo, Rita Almendra, Fernando Moreira Da Silva, João Teixeira, Jorge Passos, Portugal Design, plastics and sustainability – methodological reflections Dilia Nunes, Joana Lessa, Portugal Fostering sustainability on campus: Design of an IoT-enabled smartbottle for plastic reduction in the academic environment João Mendes, Ana F. Curralo, Antonio Curado, Sergio I. Lopes, Portugal Fashion design education towards transition - circularity and biobased materials Gabriela Forman, Portugal Design and science for the valorisation of residues and by-products of the wine industry Elena Cioffi, Assunta Capece, Severina Pacifico, Mario Buono, Italy	

6.2.3. Artigo Fostering Sustainability on Campus: Design of an IoT-Enabled Smartbottle for Plastic Reduction in the Academic Environment



Fostering Sustainability on Campus: Design of an IoT-Enabled Smartbottle for Plastic Reduction in the Academic Environment

João Mendes¹, Ana Curralo^{1,2(✉)}, António Curado³, and Sérgio I. Lopes^{1,4}

¹ ADiT – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal
jmiguelmendes@ipvc.pt, {anacurralo,sil}@estg.ipvc.pt

² ID+ – Instituto de Investigação em Design, Media e Cultura, Aveiro, Portugal

³ Prometheus – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal
acurado@estg.ipvc.pt

⁴ IT – Instituto de Telecomunicações, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal

Abstract. Public higher education institutions have a particular moral responsibility in increasing the awareness, knowledge, skills and values required to create a fair and sustainable future. Through sustainable design, the Project Refill_H2O aims to eliminate the use of plastic water bottles in the 6 schools of the Polytechnic Institute of Viana do Castelo (IPVC), respective bars, canteens and halls of residence. A survey of the academic community will identify the set of physical, aesthetic and functional features to create the product specifications for the Smartbottle and Water Refill Station. ICT and IoT technologies will encourage autonomy, pedagogically helping users to acknowledge, identify and reduce their environmental footprint. Applying the principles of circular economy, this academic project promotes the reduction of plastic consumption, production and waste. Contributing towards a paradigm shift, sustainable design canvasses conditions to reduce plastic in the oceans, improving the environment and the quality of life on Earth.

Keywords: Sustainable design · Smartbottle · IoT · RFID · Sustainability · Campus

1 Introduction

Sustainable development allows meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their needs. This principle combines sustainable design and technological innovation to promote new models of behaviour while producing ecological awareness, action, and economic results. In the intersection between design, technology and sustainability, the tangible target of the “Refill_H2O” project is to eliminate the use of plastic water bottles on the IPVC Campus (Polytechnic Institute of Viana do Castelo), a higher education institution aiming to play a leading role in sustainable development.

© The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2021
D. Raposo et al. (Eds.): AHFE 2021, LNNS 277, pp. 18–25, 2021.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-80415-2_3

The IPVC is a higher education institution that in addition to investing in innovation, research and knowledge, assumes a proactive role in the sustainable development of the Alto Minho region in the north of Portugal. Although often overlooked, higher education institutions play a key role towards sustainability as a whole and specifically in the reduction of plastic waste. Reducing the consumption of plastic water bottles would constitute a change in the consumption habits of the IPVC academy: students; teachers and employees, favouring the reduction of disposable waste, subsequently reducing the energy consumption and greenhouse gases emission from the recycling process.

This article presents a case study on the development of sustainable products through a project approach oriented towards the search for innovation. The study addresses a multidisciplinary methodological approach based on the intersection of complementary tools. Based on the concept of Participatory Design, the bottle as interactive artifact stems from a previously defined methodology [1], including user participation in the design process. The cooperation between sustainable design and technological innovation in the context of Information and Communications Technologies (ICT) and the Internet of Things (IoT) allows developing an interactive Smartbottle that ‘communicates’ with a water refill station. This is intended to foster more eco-friendly attitudes from users, students, teachers and employees, contributing to a paradigm shift in plastic consumption and waste. The new habits will favour waste reduction, particularly plastic water bottles, on campus and beyond.

The Smartbottle is equipped with a radio frequency identification (RFID) chip, integrated with the refill station management system, enabling an automatic filling process with no physical contact with the equipment, an estimated average amount of water consumption through a mobile application, an estimated amount of averted plastic waste, energy saving from overall waste reduction, reduction of greenhouse gas (GHG) emissions and information on users’ environmental footprint.

The search for innovation through sustainable design and new technologies may be profitable and promote systemic changes in the behaviour of individuals. Also, the mitigation of environmental imbalances on campus will have off-campus impact. Design thus offers answers to protect the environment and improve the quality of life.

2 Sustainable Design and Academic Environment

Etymologically, the term sustainable derives from the Latin *sustinere* (hold up, hold upright; furnish with means of support; bear, undergo, endure). Sustainability is the ability of consumers or companies to remain in a given environment without violent damage to that environment. It requires strategies so that resources may be available in the future.

Human activities do not require disrupting the natural recovery cycles of the planet. Also, they don’t require weakening the natural heritage of future generations [2]. Sustainability should reach all levels and areas of knowledge, for global unabridged application in contemporary society [3]. Human well-being is a social construct that takes shape over time, considering different factors. The notion has evolved since the industrial revolution, with successive changes following the evolution of society. Although it constitutes a dynamic and articulate set of perspectives, expectations and evaluation criteria, there

is a persistent characteristic: to combine the perception of well-being with an increasing availability of products and services [4]. Therefore, identifying the unsustainable nature of many of the current practices will allow building a more conscious society, economically viable, socially just and ecologically correct, based on deep and complex sustainable approaches [5].

In fact, the principles of several universes, including the academic world, are delayed regarding what happens in the “real” world. This delay subsequently hinders the development of a lifestyle that is consistent with current issues, considering education an interactive process in which the environment changes the student, and the student changes the environment. As such, it is imperative to foster new relationships outside the comfort zone, learning new ways to participate and guide projects, improving citizens’ ability to engage in meaningful dialogues about the environment, promoting new rapports between makers and users.

3 The Smartbottle Ecosystem

The Smartbottle Ecosystem was designed to achieve the main goal of the Refill_H2O, an EEA Grants Portugal environmental project [6], that aims to eliminate the use of plastic water bottles on the IPVC Campus, through the design and development of an interactive Smartbottle that ‘communicates’ with a Smart Water Refill Station to foster more eco-friendly attitudes among local users such as students, teachers and employees, thus contributing to the reduction of plastic consumption in bars, canteens and halls of residence in the IPVC campus. Figure 1 depicts the overall Smartbottle ecosystem, presenting two examples of use of the Smart Water Refill Station.

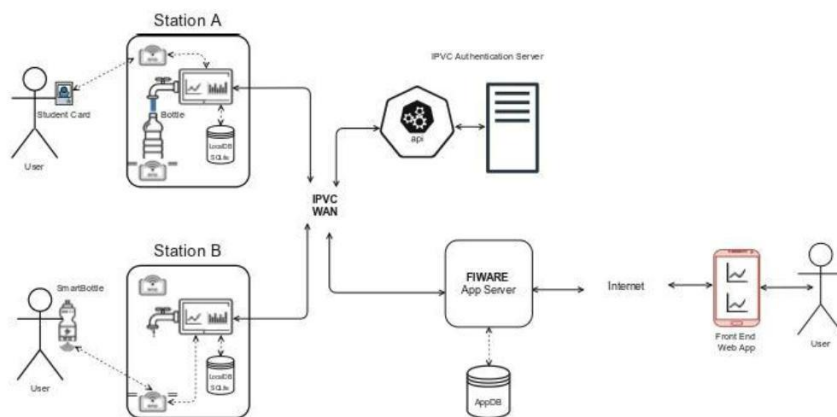


Fig. 1. Smartbottle ecosystem with two smart water refill stations, and core blocks of the ICT infrastructure.

The proposed ecosystem includes five main components: 1) the Smartbottle (interactive artifact); 2) the deployed IoT Edge Devices (Smart Water Refill Station) that communicates with the Smartbottle using RFID technology and the Student ID Card

for user authentication; 3) the IPVC Wide Area Network, i.e. the ICT infrastructure that will perform backhaul communications; 4) the IPVC Authentication Server (that can be accessed in a “as-a-service” approach); 5) the FIWARE Application Server handles all communication between the IoT edge devices, data storage, and the client app through a context broker [7], whose architecture is described in detail in [8].

The Smartbottle is equipped with a radio frequency identification (RFID) chip, that integrates with the Smart Water Refill Station, enabling the following features:

- automatic filling process (no physical contact with the equipment);
- estimated average amount of water consumption through a mobile application (number of refills per time period);
- estimated amount of averted plastic waste (considering different metrics: temporal, cumulative, individual or referring to colleges, classes, etc.);
- energy saving from overall waste reduction and reduction of greenhouse gas (GHG) emissions;
- information on users’ environmental footprint.

To use the refill station, the user must provide valid authentication by placing the Smartbottle [1] in the refill station or by placing an ID Card with native RFID technology and placing a conventional water bottle in the refill station.

The client application is based on responsive web technologies with visual analytics tools and dashboard-based technologies such as Grafana, towards a powerful interface to display useful information in a clear, user friendly way. The user interface includes three main functional areas: i) a dashboard that will display relevant metrics (number of refills per time period, estimated average amount of water consumption, estimated amount of averted plastic waste, energy saving from overall waste reduction and reduction of greenhouse gas (GHG) emissions); ii) specific key performance indicators (KPI’s) and information on users’ environmental footprint; An Authentication Area enables user authentication, allowing the application to change accordingly to the user; and iii) a user and system administration area to support backoffice operations regarding user management and system administration tasks.

This will allow the use of the refill station without a Smartbottle. When using a Smartbottle, the refill station dispenses water until the maximum capacity of the bottle or until the ID Card disconnects from the RFID reader. After disconnection, the station will trigger an event that will store data on a local self-contained transactional lightweight database engine, serverless and featuring zero-configuration, with no setup or administration requirements.

The Smart Water Refill Station features an application for user interface, for real-time display of different metrics and indicators concerning the contribution towards waste reduction, reduction of greenhouse gas (GHG) emissions and other relevant information. Gamification is used to promote user motivation and engagement [9], applying game features to a non-game context. This will allow open competition, selecting who contributes more towards the reduction of the GHG, or who shows healthier behaviours concerning water drinking, and the subsequent advantage is to promote a cleaner and more sustainable campus.

4 Prototype Candidates Design

From a methodological point of view, the Refill_H2O project involved an exhaustive survey at the scale of the IPVC (schools, bars, canteens and halls of residence), to identify the consumption habits of the resident population (students, teachers and staff) concerning plastic water bottles. This early survey is a determining factor in the entire follow-up of the project as it assesses and provides answers for the research questions that arise during the design process, informing and enriching the research conclusion.

In the survey, the resident population was invited to identify a set of physical, aesthetic and functional requirements to allow the identification of design specifications for a new environment-friendly water bottle. The appropriate materials, automatic opening and closing, easy to fill, adequate volume, durability and aesthetic appearance. Subdivided in three stages, the Consumer, the Bottle and the Service, the survey collected data to be used as input for the Smartbottle design and the quality of the future service.

In the first stage, the questions focused directly on the daily water intake of the IPVC population, the preferred locations for regular water collection and the number of bottles purchased weekly at the institution. Subsequently, the survey inquired on the opinion about the bottle, to define essential characteristics for the development of the future product. The questions assessed the bottle volume, factors to take into account in the development of the sustainable bottle, the material and relevant characteristics of the product. Service-oriented questions focused on understanding if the technological factor associated to the bottle and the refill station was appealing to the user, if it should be interconnected with an application and what data to present the user, the price the user would be willing to pay, the payment methods, the type of water, if the product was regarded as useful to reduce plastic in the planet, and if the user would actually be willing to use it.

Through the participation of 536 consumers, it was possible to identify the gender, age group, education level and occupation, predominantly (80%) students. Although a similar percentage of respondents drink water frequently, more than 90% agree it is useful to monitor the daily water intake. Concerning reusable bottles only 412 users declare to have one, corresponding to 10% of the total users. This project targets 5000 consumers. It was also identified that 96.1% of the respondents prefer a reusable bottle instead of a disposable plastic bottle. Concerning size, the preferred capacity was between 0.50 cl and 0.75 cl.

Aspects such as Functionality, Materials and Cost were considered the most significant for the sustainable bottle. Among a variety of environmentally friendly materials, the preferred were Stainless Steel, Recyclable Plastic, Bamboo and Glass. Other selected aspects were easy washing, absence of smell or taste in the water, easy to carry and thermal insulation.

With regard to service, that is, the relationship between the Smartbottle and the filling station, it was possible to understand (Table 1) that users are interested in a system with communication between the machine, the bottle and an application (app), displaying information such as volume of water intake, contribution to overall ecological footprint, and cost comparison.

More than 97% of the respondents consider the refill station & the reusable bottle are an adequate strategy to prevent plastic use in the IPVC community. However, according

Table 1. Important information to be provided by the application (Source: Authors).

1	Amount of water intake	436 (81,3%)
2	Contribution for ecological footprint	335 (62,5%)
3	Comparison of average weekly expense	261 (48,7%)
4	Number of daily refills	258 (48,1%)

to Table 2 below, approximately 85% of the respondents declared they would prefer the new system instead of purchasing disposable bottles provided the school provided a refill source at a low cost. About 90% of the respondents declared they would use the local filling station provided a good drinking water quality.

Table 2. Answers concerning the use of the refill station (Source: Authors).

Questions:	Answers:	Percentage:
If there was a low-cost refill source at school, would you prefer it to purchasing new disposable bottles?	Yes	84.70%
	No	15.30%
Would you use the refill station?	Yes, but only with the guarantee of high-quality water	46.80%
	Yes, however, I want high quality water at a low cost	47.60%
	No. Tap water or bottled water is good enough for me	5.6%

The participation of target users in the process of developing a product that aims to reduce plastic in the oceans allows the designer to understand and assimilate what target consumers think. This is useful to align the constituting features and create a product that will fulfil its function and purpose.

5 Results - Prototypes

The following stage was bottle drawing. To innovate and create an attractive bottle that would simultaneously raise awareness towards endangered marine species, a specific shape of a marine mammal was considered. Although all marine life is in decline due to ocean pollution, in the next 30 to 50 years the Orca may lose more than half of its population due to hazardous substances on seawater. Toxic chemicals weaken the Orca's immune system, affecting its reproductive capacity. Parents may also eventually transmit the pollutants during birth or during the breastfeeding period, causing the species to gradually reduce. Hence, the shape of the bottle was based on the physical and morphological traits of the Orca.



Fig. 2. Prototype A, B and C (Source: Authors).

The cylindrical, aerodynamic body of prototypes A, B and C, inspired by the shape of an Orca, as portrayed in Fig. 2, present curves that constitute an ergonomic handle, facilitating bottle use and transportation. Different raw materials were proposed to meet the survey results. The material for prototype A was recyclable plastic, highlighting the contrasting colours of the Orcas. The stopper of prototype B is made of recyclable plastic and the body of the bottle is in aluminium, and prototype C is entirely in aluminium.

The reliefs in prototypes B and C add friction to the bottle curves. The first relief was inspired by the white spots of the Orca, the second is based on the new brand image of the IPVC campus. The projection at the base is intended to add stability to the bottle when placed on a surface. That will be the place of the technological chip that will communicate with the filling station. All prototypes were designed to include an RFID tag in the bottom for easy interface with the Smart Water Refill Station.

6 Conclusion

The Smartbottle is intended to improve the environmental status of marine waters and coastal areas, by helping to reduce the use of plastics and plastic waste. The Smartbottle & Refill Station system constitutes an awareness raising initiative targeting students, teachers and workers of the IPVC campus. The system design is intended to raise awareness of the negative impact of plastic production on life on the planet.

A hybrid methodology allows designers to prioritize the development stages, focusing on the needs of target users. The inclusion of ICT and IoT technologies enables the creation of an interactive Smartbottle that ‘communicates’ with a Smart Water Refill Station. A survey of the academic community identified a set of physical, aesthetic and functional features to create the product specifications. Innovation through sustainable design and new technologies may be profitable and promote systemic changes in the behaviour of individuals and their communities. Hence, the mitigation of environmental imbalances on campus is expected to produce off-campus results.

The prototypes will be subject to a usability test performed near the target users, to identify and solve problems, improving product usability. This test will assess the different tasks involved in the Smartbottle use, such as grabbing, drinking, carrying and refilling. Through prototyping and usability testing it is possible to understand the users’ performance and relationship with the Smartbottle and Refill Station.

Design projects are able to change the way of life of consumers. As key transformer of society, design is able to develop new social propositions and influence attitudes.

Allied with the axiom that human needs do not include environment degradation, the power to increase social awareness allows designers to improve the world.

Acknowledgments. The authors wish to thank the Program Environment, Climate Change and Low Carbon Economy, created following the establishment of a Memorandum of Understanding between Portugal and Iceland, Liechtenstein and Norway, under the EEA and Norway Grants 2014–2021, for the program areas of Environment and Ecosystems (PA11), and Climate Change Mitigation and Adaptation (PA13), for financing the project 10_SGS#1_REFILL_H20. The project was selected in the scope of the notice of funding opportunity Small Grant Scheme # 1, concerning projects for the prevention and awareness-raising for the reduction of marine litter. This Project contributes to the execution of Objective no. 1 of the Environment Program, which is to increase the application of the principles of Circular Economy in specific sectors, and the Output 1.3 of the Program, through the promotion of Circular Economy through the Reduction of plastic in the Oceans, originated from terrestrial activities, following the Annex I of the Program Protocol signed May 27, 2019.

References

1. Mendes, J., Curralo, A., Curado, A., Lopes, S.I.: The sustainable smartbottle: a proposed design methodology to minimize plastic pollution. In: Martins, N., Brandão, D. (eds.) *Advances in Design and Digital Communication*. Digicom 2020. Springer Series in Design and Innovation, vol. 12. Springer, Cham (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-61671-7_27
2. Manzini, E., Vezzoli, C.: *O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*, EDUSP, São Paulo (2005)
3. Rodrigues, J., Bellio, L., Cavalcante, C.: Sustentabilidade no design: a transversalidade das teorias filosóficas e suas articulações na contemporaneidade complexa. In: *ModaPalavra E-periódico*, Ano 6, No. 9, pp. 95–115. UDESC, Santa Catarina (2012)
4. Manzini, E.: Design para a inovação social e sustentabilidade. Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. In: *Cadernos do Grupo de Altos Estudos*, vol. 1, Programa de Engenharia de Produção da Coppe. UFRJ, Rio de Janeiro (2008)
5. Papanek, V.: *Design for the Real World Human ecology and social change*. Thames and Hudson, London (1972)
6. EEAGrants Refill_H20 Project: <https://tinyurl.com/4coeemhx>
7. FIWARE Foundation: <https://github.com/FIWARE/catalogue>
8. Martins P., Lopes S.I., Curado A.: Designing a fiware-based smart campus with IoT edge-enabled intelligence. In: Rocha Á., Adeli H., Dzemyda G., Moreira F., Ramalho Correia A.M. (eds.) *Trends and Applications in Information Systems and Technologies*. WorldCIST 2021. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1367. Springer, Cham (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-72660-7_53
9. Alsawaier, R.: The effect of gamification on motivation and engagement. *Int. J. Inf. Learn. Technol.* **35**(1), 56–79 (2018)

6.2.4. Certificado de Participação



CERTIFICATE OF PARTICIPATION

João Mendes
Polytechnic Institute of Viana do Castelo, Portugal
joaomendes.lda97@gmail.com

July 30, 2021

To Whom it May Concern,

This is to certify that João Mendes attended the 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences which was held at Virtual Conference, United States of America, 25-29, July, 2021 and presented the following:

Paper ID: 1767

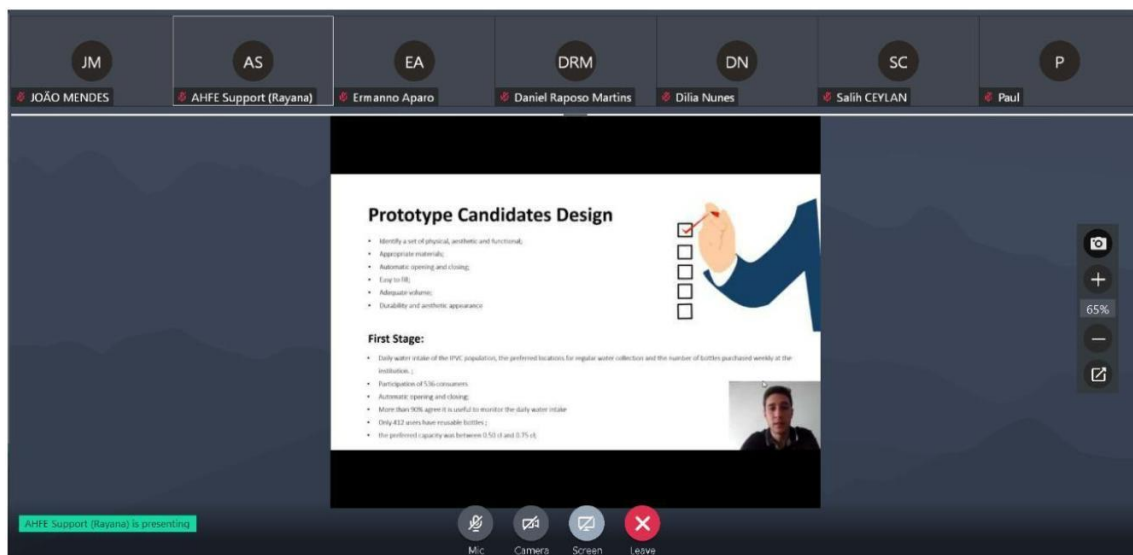
Presentation Title: Fostering Sustainability on Campus: Design of an IoT-enabled smartbottle for plastic reduction in the Academic Environment

Sincerely,

Dr. T. Ahram
Scientific Program Chair
AHFE 2021 Administration

Questions? Please send to support@ahfe.org
Conference website: <http://ahfe.org>

6.2.5. Fotografias da Participação na Conferência



6.3. Apêndice 3 – Apresentação das propostas da Smartbottle à equipa Refill_H2O



Smartbottle Sustentável: uma proposta de metodologia de Design para a redução da poluição plástica na comunidade IPVC

João Mendes | Ana Curralo | António Curado | Sérgio Lopes

ipvc **estg**

MEDEIN
Mestrado Design Integrado

Sumário:



PROBLEMA



ANÁLISE DOS
QUESTIONÁRIOS



CRITÉRIO DE
SELEÇÃO



BRAINSTORMING



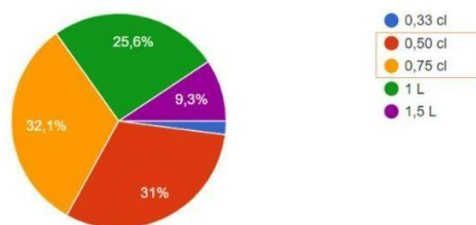
DESENVOLVIMENTO



Análise dos Questionários

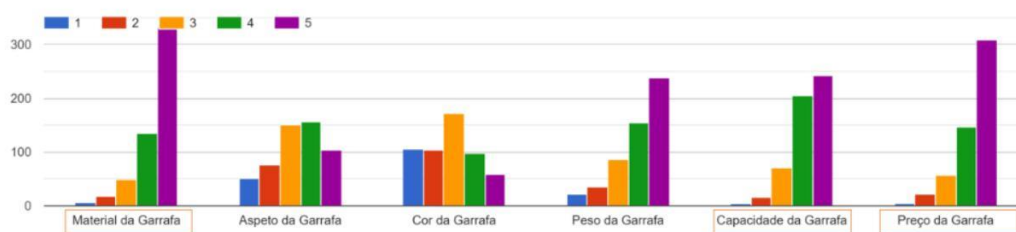
3.5. Qual o tamanho da garrafa que tem preferência ?

536 respostas

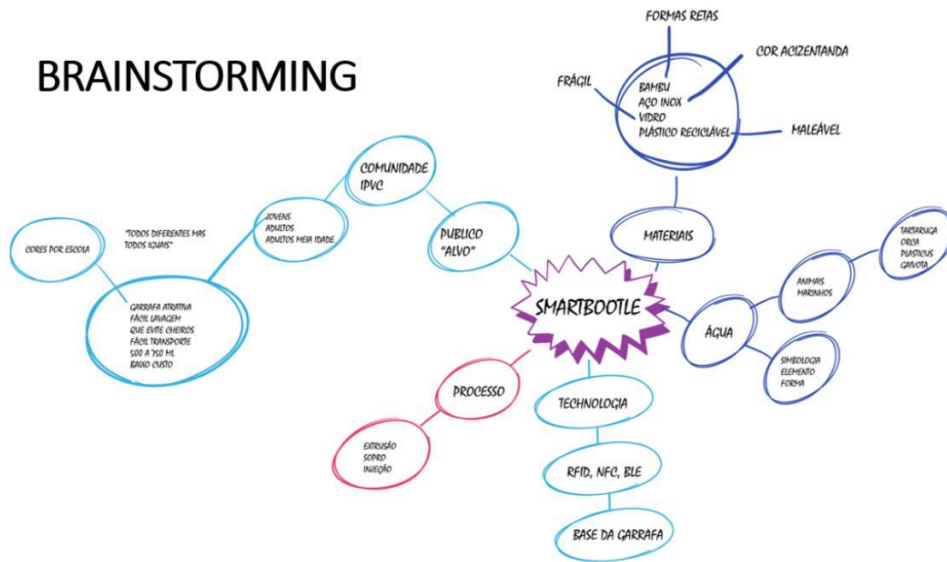


Análise dos Questionários

3.6. De 1 a 5 (sendo 1 mais baixo e 5 mais alto), qual a importância do:

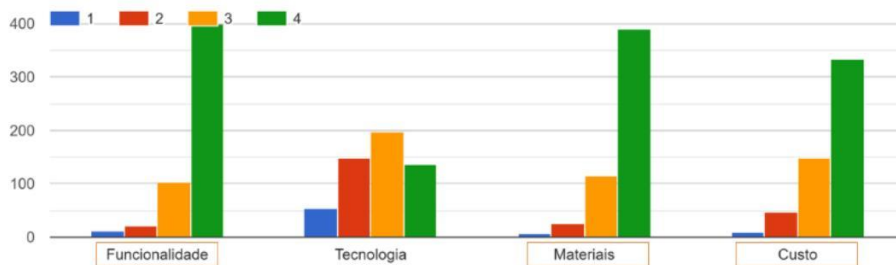


BRAINSTORMING

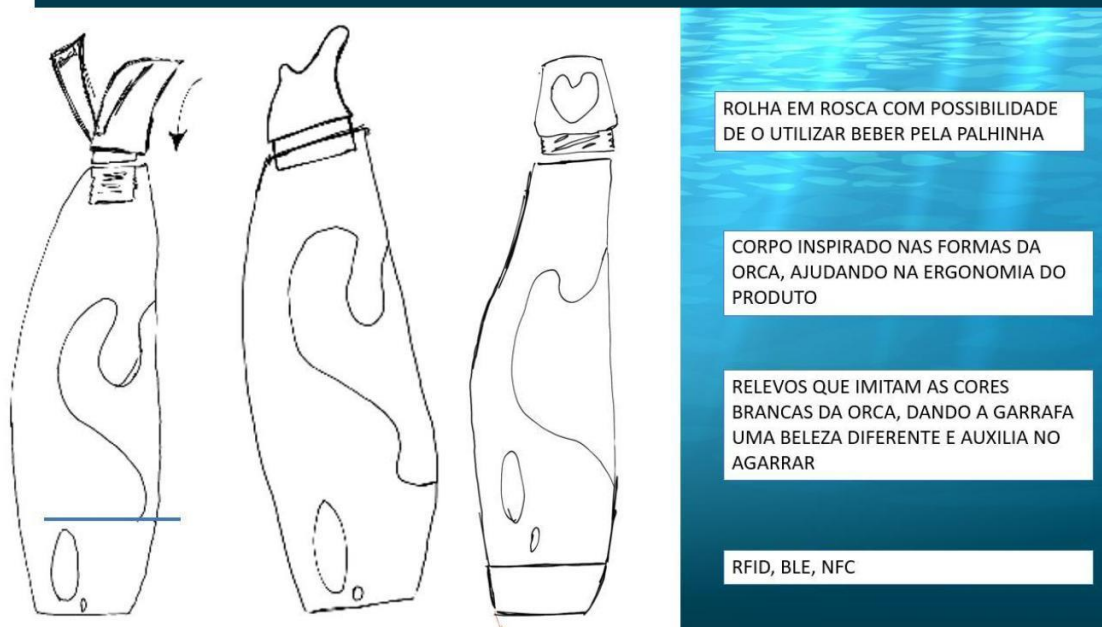
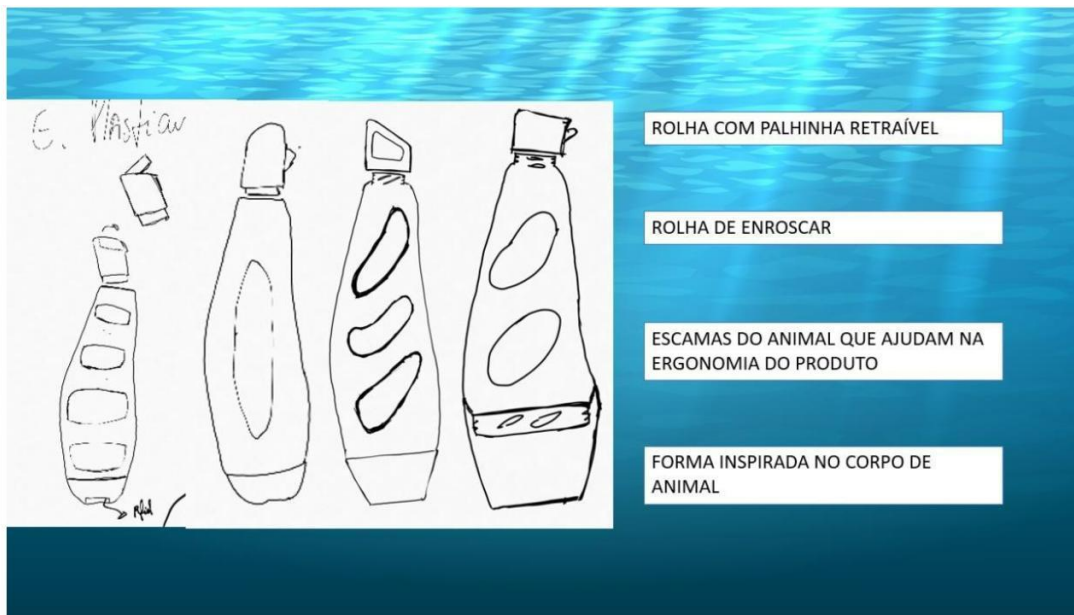


Análise dos Questionários

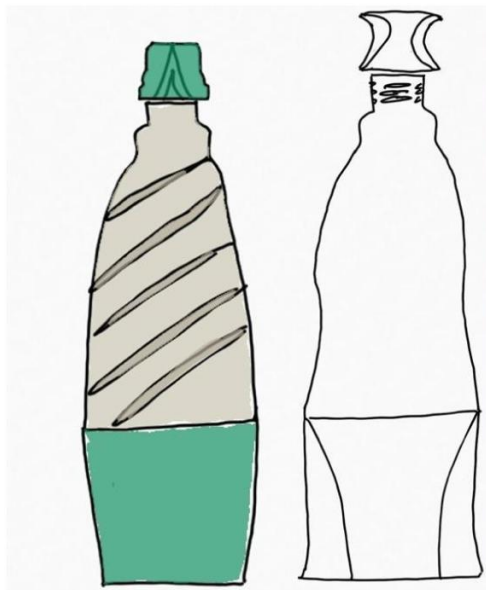
3.7. Na sua opinião, de 1 a 4, qual os fatores mais importantes em ter em conta numa garrafa sustentável ?



Orca



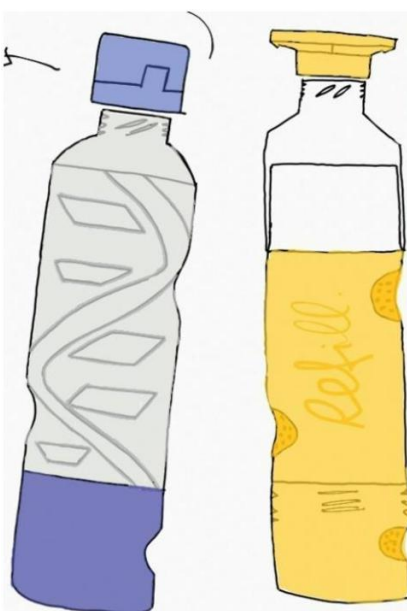
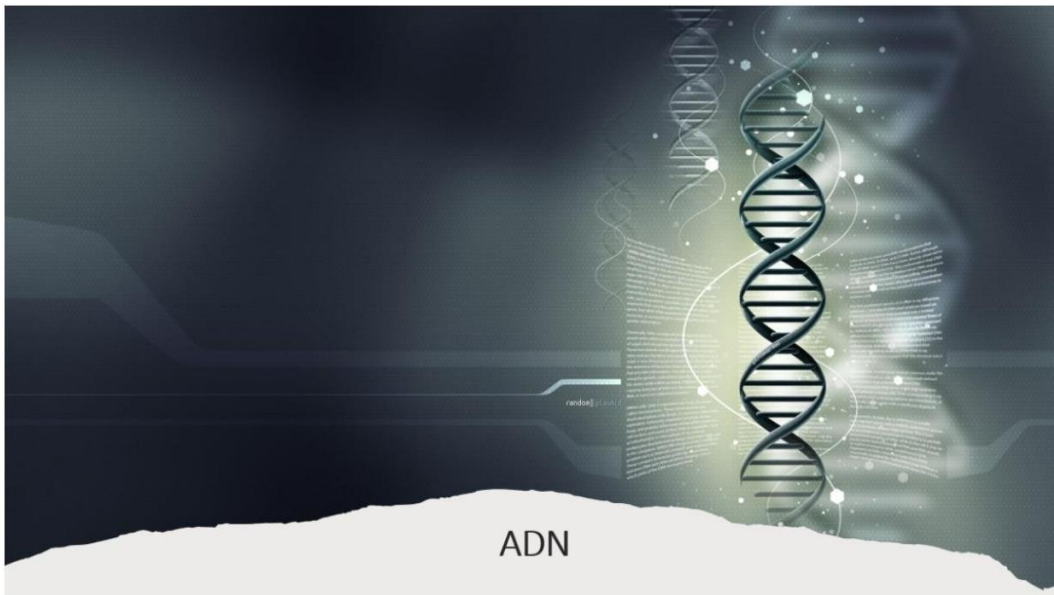




ROLHA DE ENCOSCAR COM RELEVO A IMITAR O BICO DA GAIVOTA

CORPO DA GARRAFA INSPIRADO A GAIVOTA, COM TRAÇOS EXTRAÍDOS DAS PENAS

DIVISÃO EM 3 PARTES PARA FÁCIL LAVAGEM

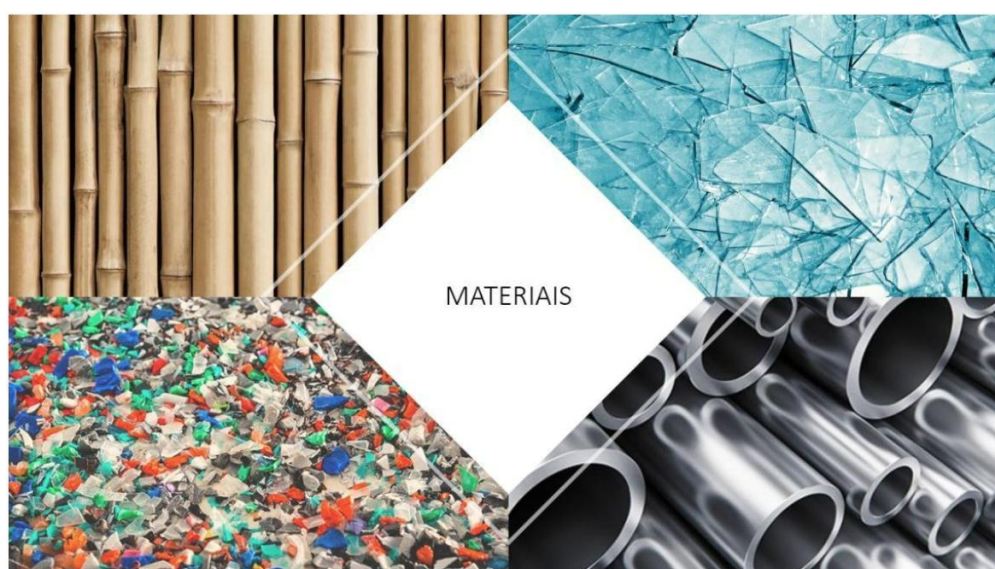
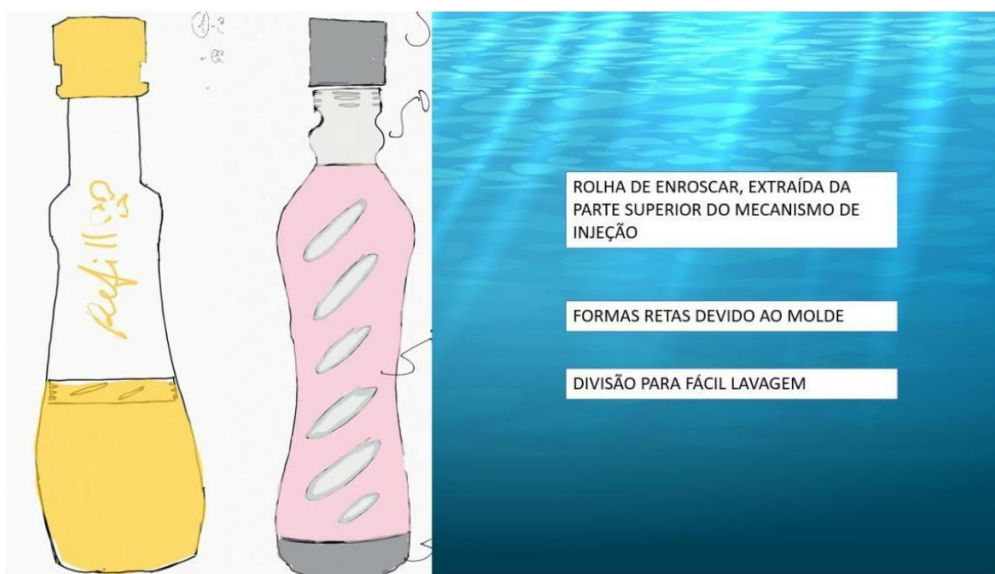


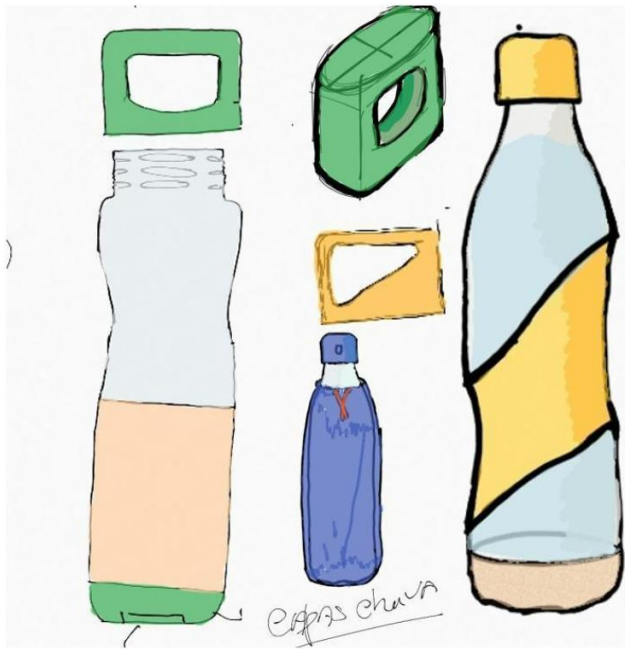
ROLHA DE ENROSCAR, COM OPÇÃO DE BEBEDOURO

RELEVOS QUE RETRATAM AS CURVAS DO ADN, AJUDANDO NA ERGONOMIA DO PRODUTO

FORMA INSPIRADA NO ADN

DIVISÃO EM 3 PARTES PARA FÁCIL LAVAGEM E UTILIZAÇÃO DA PARTE INFERIOR COMO COPO/CHÁVENA





ROLHA DE ENROSCAR COM ABERTURA
PARA FÁCIL TRASPORTE E USABILIDADE

FORMAS CURVAS DEVIDO AO
VIDRO/PLÁSTICO

FORMA INSPIRADA NO BAMBOO

DIVISÃO NA PARTE DE BAIXO PARA FÁCIL
LAVAGEM E COLOCAÇÃO DA
TECNOLOGIA



Obrigado!

6.4. Desenho Técnico Garrafa Sustentável (Escala 1:2)

