



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

ESTG

O DESIGN APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS IoT
PARA AMBIENTES INTELIGENTES

2023



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

O DESIGN APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS IoT PARA AMBIENTES INTELIGENTES

Escola Superior de Tecnologia e Gestão



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Inês Mendes Freitas

O DESIGN APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS IoT PARA AMBIENTES INTELIGENTES

Nome do Curso de Mestrado
Design Integrado

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor(a) Doutor(a) Ana Curralo Gonçalves
e coorientação de
Professor(a) Doutor(a) Sérgio Lopes

Setembro de 2023

MEMBROS DO JÚRI

Presidente:

Professor Doutor Luís Miguel Gomes da Costa Ferraz Mota

Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Vogal:

Professora Doutora Ana Miriam Duarte Reis da Silva

Professora Adjunta da Universidade de Aveiro

Vogal:

Professora Doutora Ana Filomena Curralo Gonçalves

Professora Adjunta da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Orientadora

AGRADECIMENTOS

Sabemos que chegamos à fase final do projeto, quando precisamos de preencher este espaço vazio com os devidos agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para que esta investigação se tornasse real. Em modo de reflexão de todo o projeto, provavelmente este é dos campos mais difíceis de preencher, um pouco pelo medo que se sente em esquecer alguém importante e pela falta de palavras que por vezes não são suficientes para expressar agradecimento.

Desta forma agradeço:

Em primeiro lugar aos meus pais, que sempre se empenharam e esforçaram para que nada me faltasse. Por esta e por todas as vitórias que eu conquiste ao longo da vida, o meu muitíssimo obrigado.

À minha irmã, que apesar de não mostrar interesse na área do design sempre mostrou um apoio incondicional ao longo de todo o desenvolvimento projetual. Agradeço-lhe a sua sinceridade, lealdade e por sempre acreditar em mim, mesmo quando, nem eu própria acredito.

À minha orientadora, Professora Doutora Ana Filomena Curralo, por todo o apoio, amabilidade e paciência que teve para comigo durante toda esta investigação, sem o seu conhecimento e orientação este projeto não era possível. Muito obrigada por acreditar em mim e nas minhas capacidades, levo-a com o maior apreço no meu coração.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Sérgio Ivan Lopes, por toda a simpatia e boa disposição ao longo do projeto de investigação, pela disponibilidade, cooperação e partilha de conhecimento, que foram de grande importância no desenvolvimento deste projeto, o meu sincero obrigada.

Ao Professor Doutor António Curado, pelo interesse, disponibilidade e cooperação demonstrados ao longo do desenvolvimento do projeto. O meu muito obrigada.

Ao Paulo Barros por toda a simpatia, disponibilidade e dedicação que demonstrou ao longo de toda a investigação. Muito obrigada pela paciência e apoio que demonstrou para comigo, mesmo quando ainda confundia todo o interior tecnológico dos dispositivos.

Aos meus imprescindíveis amigos, André de Carvalho e Catarina Fernandes, obrigada pela ajuda, paciência e a amizade que demonstraram comigo ao longo deste projeto. Agradeço-vos os conselhos e palavras de encorajamento, que sempre foram a melhor solução para quando os dias eram mais longos e mais frustrantes.

À minha tia Jacinta, que sempre me encorajou a seguir os meus sonhos e fazer o meu próprio caminho, o meu muito obrigada pelo apoio e palavras de ânimo nesta etapa da minha vida.

À Inês Castro, uma daquelas amigas que se conta pelos dedos, aquela amiga que não posso mesmo deixar de mencionar, obrigada pelo apoio e por estares ao meu lado, não só, nesta etapa, mas em toda a minha vida. Obrigada por toda a tua amizade e apoio ao longo de todo este tempo.

A todos os meus outros amigos que sempre se esforçaram em tornar a minha vida social mais ativa, mesmo nesta fase mais ocupada, Sara, Martins, Maria e Rui, o meu muito obrigada. Serão para sempre muito importantes para mim.

Ao Sr. Castro e à fábrica de móveis Antika, que demonstraram total disponibilidade e empenho no desenvolvimento de um dos elementos dos dispositivos. Muito obrigada!

A todas as pessoas e profissionais envolvidos no desenrolar deste projeto, onde participaram com as suas habilidades, o meu sincero agradecimento.

Por último, sem alongar, agradeço de modo geral à minha família que de forma mais ou menos direta, participaram nesta conquista. Muito obrigada.

RESUMO

Estudos apontam que cerca de 7 milhões de mortes, anualmente, são causadas pelos efeitos da poluição do ar, seja este ambiental ou doméstico. A qualidade do ar cada vez mais representa um problema para o Homem, atualmente, principalmente, se nos localizarmos no interior de um edifício, onde os níveis de poluição de certos gases são superior aos níveis exteriores.

Baseando-se nesta problemática, a atividade RnHealthTECH, desenvolvida no âmbito do projeto TECH- Tecnologia, Ambiente, Criatividade e Saúde, Norte- 01-0145-FEDER-000043, cofinanciado pelo Programa Operacional Regional do Norte (NORTE 2020), através do Portugal 2020 e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), propôs algumas soluções capazes de auxiliar a identificar o aparecimento de gases poluentes no interior dos edifícios. O objetivo principal deste projeto passa pela prevenção e promoção da saúde através de novas tecnologias, bem como o desenvolvimento de estudos de morbilidade pulmonar e a prática de ferramentas *online* que permitam à população a avaliação e análise deste problema nos seus edifícios.

Desta forma, a presente investigação tem como base o desenvolvimento do design de produto para três dispositivos IoT de medição da qualidade do ar interior, apresentando um design apazível e intuitivo para os utilizadores. A tecnologia IoT (Internet das Coisas), é o principal objeto de estudo do presente estudo, visto que é a grande motivadora e influenciadora para a aproximação entre o dispositivo e o utilizador.

Neste trabalho são propostas metodologias híbridas capazes de apoiar e sustentar uma investigação em design, onde é essencial a procura por um processo focado nas necessidades do utilizador, bem como evidenciar a importância de equipas multidisciplinares durante o método projetual. Através destas metodologias é que será possível, ao design, o desenvolvimento de soluções com foco na melhor resolução possível das necessidades apontadas nesta investigação.

Palavras-Chave: IoT; Design do Produto; Tecnologia; Qualidade do ar; Multidisciplinariedade.

ABSTRACT

Studies point out that around 7 million accidents deaths are caused by the effects of air pollution, be it environmental or domestic. Air quality is increasingly a problem for man these days, especially if we are located inside a building, where the levels of pollution of certain gases are higher than those outside.

Based on this problem, the RnHealthTECH activity, developed within the project TECH-Technology, Environment, Creativity and Health, Norte- 01-0145-FEDER-000043, supported by Norte Portugal Regional Operational Program (NORTE 2020), under the Portugal 2020 Partnership Agreement, through the European Regional Development Fund (ERDF), proposed some solutions capable of helping to identify the appearance of polluting gases inside buildings. The main objective of this project involves prevention and health promotion through new technologies, as well as the development of lung morbidity studies and the use of online tools that allow the population to assess and analyze this problem in their buildings.

In this way, the present investigation is based on the development of the product design of three IoT devices for measuring indoor air quality, presenting a pleasant and intuitive design for users. The IoT technology (Internet of Things) is the main object of study of the present study since it is the great motivator and influencer for the approximation between the device and the user.

This work proposes hybrid methodologies capable of supporting and sustaining research in design, where the search for a process focused on uses needs is essential, as well as highlighting the importance of multidisciplinary teams during design method. Through these methodologies, it will be possible for design to develop solutions focused on the best possible resolution of the needs identified in this investigation.

Keywords: IoT; Product Design; Technology; Air Quality; Design; Multidisciplinary

LISTA DE SIGLAS

IoT- *Internet of Things*, Internet das Coisas

ESTG- Escola Superior de Tecnologia e Gestão

LoRa- *Long Range*

COV- Compostos Orgânicos Voláteis

RFID- *Radio Frequency Identification*, Identificação por Radiofrequência

LAN- *Local Area Network*

PAN- *Personal Area Network*

PCB- *Printed Circuit Board*, Placas de Circuito Impresso

RGB- *Red, Green, Blue*

LED- *Light Emitting Diode*, Díodo Emissor de Luz

USB- *Universal Serial Bus*

GLOSSÁRIO

LoRa: Entende-se como LoRa, uma sigla da palavra em inglês *Long Range*. No contexto deste documento, representa uma tecnologia de comunicação sem fios que funciona através de radio frequência e se caracteriza por permitir comunicação a longas distâncias com um baixo consumo de energia, sendo comum em ecossistemas IoT.

CO₂ (Dióxido de Carbono): Trata-se de um gás incolor e inodoro, expelido naturalmente pelo processo de respiração humana, contribuindo para o maior fator de poluição em ambientes interiores.

Gases COV: São considerados gases Compostos Orgânicos Voláteis, os compostos químicos que contêm, um ou mais átomos de carbono que se evaporam a temperatura ambiente. São gases incolores e tóxicos, mais comumente associados quando um interior é redecorado.

RFID: Compreende-se como RFID, uma sigla das palavras em inglês *Radio Frequency Identification*. Tal como o nome indica, Identificação por radiofrequência, consiste numa tecnologia pela qual dados são identificados por um leitor de ondas de radio.

Wireless Sensor Network: Esta rede de sensores sem fio consiste num grupo de sensores dedicados a analisar, registar e organizar as condições físicas de um ambiente.

Infraestrutura de informação e comunicação global: Consiste na base de um sistema de comunicações sobre o qual vários serviços de radiofusão e telecomunicações são operados.

Cloud: A cloud é uma espécie de dispositivo de armazenamento de dados colocado na internet a partir de qualquer plataforma.

Gateway: Entende-se como Gateways, facilitadores que servem como ponte entre sensores/dispositivos e a *cloud*

LAN: O termo LAN passa por uma rede de computadores utilizada na interconexão de equipamentos e processadores.

PAN: Compreende-se como PAN uma rede doméstica que conecta dispositivos de curta distância.

Placas PCB: Este termo refere-se as placas com circuitos eletrónicos que conectam dispositivos.

RGB: O termo RGB parte de uma sigla que agrega as seguintes cores dispostas no LED, *Red*, *Green* e *Blue*.

Manufatura aditiva: Entende-se como manufatura aditiva um processo de fabrico digital que é capaz de criar objetos físicos, este método é comumente conhecido como Impressão 3D.

ÍNDICE

Capítulo I- Introdução	1
1.1. Objeto de Estudo	1
1.2. Problemática da Investigação	2
1.3. Objetivos da Investigação	4
1.4. Questões de Investigação	4
1.5. Metodologias de Investigação	5
1.5.1 Design Thinking	5
1.5.2 O Design Participativo	11
1.5.3 Tabela Comparativa	13
1.5.4. Benefícios da Metodologia	15
Capítulo II- Contextualização Teórica.....	18
2.1. IoT- A Internet das Coisas.....	18
2.1.1. História e Conceito da IoT	18
2.1.2. Impacto na Sociedade.....	22
2.1.3 Vantagens e Desvantagens da IOT	22
2.1.4. Áreas de Aplicação da IOT	23
2.2. Design do Produto e a Internet das Coisas (IoT)	25
2.2.1. Pensamento em Design para Dipositivos IoT.....	25
2.2.2. A Simbiose do Design e da Engenharia.....	30
Capítulo III- Casos de Estudo.....	34
3. 1. Netatmo Válvulas de Radiador Inteligentes por Philippe Starck.....	34
3. 2. Awair Element 2ª Edição	38
3. 3. Sense Alarme Inteligente do Studio Hello	43
3. 4. PorceLan pela Rosenthal	48
3.5 Tabela comparativa dos Casos de Estudo- Aspetos de Design.....	51
Capítulo IV- Desenvolvimento do Projeto	54
4.1 Inquérito aos Utilizadores	54
4.2. O AirRnSense	61
4.2.1. O Interior dos dispositivos	62
4.2.2. As Placas.....	63
4.2.3 Módulo Qualidade do Ar Interior	64
4.2.4. Módulo de Conforto Térmico	65
4.2.5. Módulo de Detecção da Ocupação Humana	65
4.2.6 Os Sensores	66

4.3. Considerações para as seguintes Fases	68
Capítulo V- Geração de Ideias	71
Conceito 1	71
Esboços	72
Tabela Comparativa de Ideias do Primeiro Conceito	74
Modelos.....	75
Renders	76
Conceito 2	77
Esboços	79
Tabela Comparativa de Ideias do Segundo Conceito	80
Conceito 3	80
Esboços	82
Tabela de Comparativa de Ideias do Terceiro Conceito	83
Modelos.....	84
Renders	84
Seleção do Conceito e Ideia Final.....	85
Capítulo VI- Prototipagem	88
6.1. Modelação	88
6.2. Materialização dos Protótipos	90
Capítulo VII- Conclusão	94
Capítulo VIII- Bibliografia.....	97
10. Apêndices	103
10.1. Apêndice 1- Briefing	103
10.2. Apêndice 2- Esquços e Mutantes (Processo Criativo).....	111
10.3. Apêndice 3- Modelos e Renders	112
10.4. Apêndice 4- Reuniões de Equipa.....	113
10.4.1. Primeira Reunião- Explicação dos Módulos e apresentação de ideias base	113
10.4.2. Segunda Reunião- Parte Técnica	114
10.4.3. Terceira Reunião- Desenhos e primeiros modelos	114
10.4.4. Quarta Reunião- Seleção das propostas (Parte 1).....	115
10.4.5. Quinta Reunião- Seleção das propostas (Parte 2)	115
10.5. Apêndice 5- Desenhos Técnicos.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases do Design Thinking	6
Figura 2 Metodologia proposta para desenvolvimento do projeto de investigação	15
Figura 3 John Romkey na apresentação da torradeira em 1990	18
Figura 4 Torradeira IoT de John Romkey	18
Figura 5 Arquitetura IOT	20
Figura 6 Interior do Museu Guggenheim	26
Figura 7 Exterior do Museu Guggenheim	26
Figura 8 Exterior de uma Televisão antiga	26
Figura 9 Interior de uma televisão antiga	26
Figura 10 Os três níveis do design de Don Norman	29
Figura 11 Termóstato e Válvulas Netatmo	34
Figura 12 Válvula e App Netatmo	36
Figura 13 Awair Element 2ª Edição	38
Figura 14 Awair Element mostrando a adaptação ao estilo de vida do utilizador	40
Figura 15 Disposição do Display Awair	41
Figura 16 Sense pelo Studio Hello	43
Figura 17 Dispositivo Sense com todo o seu sistema Fonte: Kickstarter	44
Figura 18 Dispositivo Sleep Pill	45
Figura 19 PorceLan da Rosenthal	48
Figura 20 Duas partes Do PorceLan, (Router e Vaso) Fonte: Design Boom	50
Figura 21 Base do Router PorceLan Fonte: Design Boom	50
Figura 22 Gráfico de resposta relativo a questão "Idade"	55
Figura 23 Gráfico de respostas relativo a questão "Gênero"	55
Figura 24 Gráfico relativo a questão sobre o conhecimento da atividade RnHealthTECH	56
Figura 25 Gráficos relativos aos resultados das questões sobre o conhecimento da tecnologia IoT e disposição de algum dispositivo IOT	56
Figura 26 Gráficos relativos as questões sobre perspectivas futuras em relação a tecnologia IoT e seus dispositivos.	57
Figura 27 Gráficos relativos as questões sobre o conhecimento do tema da tecnologia IoT	57
Figura 28 Gráfico relativo a questão sobre o design de dispositivos eletrónicos	58
Figura 29 Gráfico relativo a questão de diferentes escolhas no design de dispositivos iguais em função	58
Figura 30 Grupo de imagens referente a questão sobre o impacto do design na estética ambiental	59
Figura 31 Gráfico relativo a questão sobre possíveis problemas no design de dispositivos eletrónicos	59
Figura 32 Gráfico relativo a questão sobre possíveis interações no dispositivo em questão	60
Figura 33 Gráfico relativo a questão de certas lacunas no design de dispositivos eletrónicos	60
Figura 34 Representação dos Três Módulos e Respetivos Layers	62
Figura 35 Placa PCB Inicial, com formato arredondado	63
Figura 36 Placa PCB Final, com formato quadrado	63
Figura 37 Representação do Módulo 1 e 2 e respetivas alterações	64

Figura 38 Montagem final do primeiro módulo	64
Figura 39 Montagem final do módulo de conforto térmico, parte superior e inferior, respectivamente	65
Figura 40 Interior do Módulo de Detecção da Ocupação Humana	65
Figura 41 Sensor Sparkfun	66
Figura 42 Sensor RD200M	66
Figura 43 Sensor Adafruit SGP30	66
Figura 44 Antena 915 MHz	66
Figura 45 Sensor Sparkfun	67
Figura 46 Sensor Sensirion SCD30 Fonte: Paulo Barros	67
Figura 47 Sensor Raspberry Pi Zero W Fonte: Raspberry	67
Figura 48 Sensor Pure Thermal 2 Fonte: GroupGets.....	68
Figura 49 Câmera Flir Lepton 3.5.....	68
Figura 50 Produto de inspiração: Alto-falante, 1958, por Dieter Rams para Braun	72
Figura 51 Produtos de Inspiração: Combinação de rádio e fone, 1959, por Dieter Rams para Braun.....	72
Figura 52 Primeira ideia, do primeiro conceito	73
Figura 53 Mutante da primeira ideia, do primeiro conceito.....	73
Figura 54 Esboço da segunda ideia, do primeiro conceito	73
Figura 55 Esboço da terceira ideia, do primeiro conceito	74
Figura 56 Mutante da terceira ideia, do primeiro conceito.....	74
Figura 57 Evolução das modelos da segunda ideia, do primeiro conceito	76
Figura 58 Modelo da terceira ideia e seu mutante, respectivamente, do primeiro conceito	76
Figura 59 Renders da segunda ideia do primeiro conceito	77
Figura 60 Renders do mutante da terceira ideia do primeiro conceito	77
Figura 61 Suporte de livros de Eugenia Ramos, com design assemelhando-se a uma paisagem	78
Figura 62 Candeeiro de mesa PCC da marca Hay, inspirando-se na forma de um cogumelo	78
Figura 63 Figura de decoração "Little Bird" de Jan Christian Delfs para a companhia de design Norman Copenhagen.....	79
Figura 64 Candeeiro "Tiki" de Nao Tamura, para o cliente Established and Sons, 2014	79
Figura 65 Primeira ideia, do segundo conceito	79
Figura 66 Segunda ideia, do segundo conceito	79
Figura 67 Representação de Zéfiro, Deus do Ar, na pintura O nascimento de Vénus, de Sandro Botticelli, 1483- 1485	81
Figura 68 Representação em escultura do Deus do ar egípcio, Shu	81
Figura 69 Radio Flow de Philip Wong, para a marca Lexon	81
Figura 70 Aquário Buffet dos Irmão Campana, para a marca Barcelona Design	81
Figura 71 Esboço da primeira ideia, do terceiro conceito	82
Figura 72 Esboço do mutante da primeira ideia, do terceiro conceito	82
Figura 73 Esboço da segunda ideia, do terceiro conceito	82
Figura 74 Esboço do mutante da segunda ideia, do terceiro conceito	82
Figura 75 Modelos referentes ao mutante da segunda ideia, do terceiro conceito	84
Figura 76 Render do mutante da segunda ideia, do terceiro conceito	85
Figura 77 Render da segunda ideia do Conceito 1.....	85

Figura 78 Render da terceira ideia do Conceito 1.....	85
Figura 79 Render da segunda ideia do Conceito 3	85
Figura 80 Corte frontal da base de uma das ideias selecionadas. É possível verificar a cavidade para as porcas M3, onde serão inseridos os varões enroscados, como também as cavidades relativas aos parafusos, que unem a base ao corpo do modulo.	89
Figura 81 Corte Frontal da caixa do sensor de gases COV, de uma das ideias selecionadas	89
Figura 82 Impressora Flashforge Creator 3 V2	90
Figura 83 Protótipo impresso do módulo de conforto térmico da segunda ideia do conceito 1.....	91
Figura 84 Protótipo impresso do módulo de conforto térmico da segunda ideia do conceito 3.....	91
Figura 85 Protótipo impresso do módulo da qualidade do ar interior da segunda ideia do conceito 1	91
Figura 86 Protótipo impresso do modulo da qualidade do ar interior da segunda ideia do conceito 3.....	91
Figura 87 Render Final da segunda ideia do primeiro conceito	92
Figura 88 Render Final da segunda ideia do primeiro conceito	92

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 Comparação entre as duas Metodologias</i>	<i>14</i>
<i>Tabela 2 Vantagens e Desvantagens da tecnologia IoT</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 3 Comparação entre Affordances e Signifiers</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 4 Levantamento dos aspetos da Válvula Netatmo (Boruslawski, 2015)</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 5 Análise dos Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo da Válvula Inteligente da Netatmo</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 6 Levantamento dos aspetos do dispositivo Awair Element (Awair Element, 2022).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 7 Análise de Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo Awair Element da Awair</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 8 Levantamento de aspetos do produto Sense (Hello, 2015).....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 9 Análise de Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo Sense do Studio Hello</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 10 Levantamento dos aspetos do router PorceLAN (Povel, 2016).....</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 11 Análise de Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo PorceLan da Rosenthal.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 12 Comparação dos Casos de Estudo</i>	<i>52</i>
<i>Tabela 13 Membros da equipa da atividade RnHealthTECH</i>	<i>61</i>
<i>Tabela 14 Módulo Qualidade do Ar Interior</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 15 Módulo de Conforto Térmico</i>	<i>67</i>
<i>Tabela 16 Módulo de Detecção da Ocupação Humana</i>	<i>67</i>
<i>Tabela 17 Comparação dos esboços do primeiro conceito.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 18 Comparação dos esboços do segundo conceito.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 19 Comparação dos esboços do terceiro conceito.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabela 20 Especificações da impressora Flashforge</i>	<i>90</i>

Capítulo I- Introdução

1.1. Objeto de Estudo

A presente investigação pretende contribuir para o estudo em design, através do desenvolvimento do invólucro de três dispositivos IoT (Internet das Coisas) de medição da qualidade do ar interior. Este trabalho de investigação parte de uma necessidade apontada pela atividade RnHealthTECH, onde é verificado o interesse de um protótipo, capaz de apresentar um design aprazível e intuitivo para os utilizadores (ver apêndice 10.1).

A atividade RnHealthTECH é promovida pelo Instituto Politécnico de Viana do Castelo tendo como principal objetivo, a prevenção e a promoção da saúde através da adoção de novas tecnologias, nomeadamente, para a redução do risco de exposição humana ao gás radão em ambientes interiores. Este projeto também tem como propósito, a realização de uma avaliação sobre a prevalência da morbilidade pulmonar no Alto Minho, para assim perceber se existe uma relação direta com a existência do gás radão. A partir destes objetivos, surge a intenção do desenvolvimento de ferramentas *online* que permitam a avaliação, análise de risco e ainda a promoção da literacia para a saúde com a criação de materiais interativos para a capacitação de crianças e de jovens (Aurora do Lima, 2021).

O objeto de estudo deste projeto, consiste na pesquisa, análise e entendimento da tecnologia IoT e seus dispositivos, explorando o seu conceito, vantagens e desvantagens, bem como as áreas de aplicação.

O conceito de tecnologia IoT surgiu em 1990, após a criação de uma torradeira com ligação à internet. Tal como o nome indica a internet das coisas, interliga “coisas” à internet, dando-lhes inteligência, através da partilha e armazenamento de dados obtidos por diversas redes de comunicação, como por exemplo LoRa¹ e Bluetooth².

As vantagens da adoção deste tipo de tecnologias e seus dispositivos, são imensas, sendo que o principal incide na facilitação do dia a dia das pessoas, seja num ambiente residencial, ou mesmo profissional, visto que a IoT tem expandindo a sua área de influência entre diversificadas áreas, como a saúde, educação e transportes tornando cada vez mais possível a realização de um mundo mais inteligente e interligado.

¹LoRa é uma tecnologia de comunicação sem fios que funciona através da radio frequência.

² Bluetooth é uma tecnologia de comunicação sem fios que permite a troca de dados entre variados dispositivos.

“Espera-se que a IoT se espalhe rapidamente nos próximos anos e que com esta convergência se desencadeie uma nova dimensão de serviços que melhorem a qualidade de vida dos consumidores e a produtividade das empresas, mostrando o impacto da internet das coisas na sociedade.”³ (Kumar, Kirti, Sharma, 2017, pág. 1)

Apesar de ser uma tecnologia com grande margem de evolução em tão poucos anos, a IoT ainda não conseguiu resolver determinados problemas, que se apontam como desvantagens. Algumas dessas desvantagens residem na segurança e privacidade dos utilizadores, sendo que, apesar de já existirem algumas soluções para esse parâmetro, ainda não são totalmente cativantes.

Sendo uma área inovadora e em constante mutação, a aplicação desta tecnologia torna-se ponte de interesse em várias áreas, incluindo o design. Através desta investigação é pretendido não só responder a todas as proposições do projeto, mas também fundamentar a necessidade do design e as suas metodologias na conceção de produtos deste âmbito.

1.2. Problemática da Investigação

O presente trabalho pretende contribuir para a investigação em design, através do desenvolvimento do invólucro de três dispositivos IoT, onde a sua problemática parte da monitorização da qualidade do ar no interior de edifícios.

É de conhecimento geral que o ar é um elemento essencial ao Homem, contudo a poluição deste nos últimos anos, tem-se revelado um problema para a população, “a poluição do ar, ambiente e doméstico é responsável por cerca de 7 milhões de mortes prematuras, anualmente” (OMS, 2021). A qualidade do ar que respiramos, tem sido alvo de inquietação por parte da população a nível mundial, especialmente pelas questões de saúde respiratórias, “A exposição a altos níveis de poluição do ar pode causar uma variedade de resultados adversos à saúde. Aumenta o risco de infeções respiratórias, doenças cardíacas e cancro do pulmão.” (OMS, 2022), levando assim, entidades ligadas à saúde mundial obrigadas a elaborar diretrizes de consciencialização, monitorização e mitigação do problema. Uma elevada exposição a certos gases, pode ser bastante preocupante para a saúde, sendo que, “Nas últimas décadas, um número crescente de

³ Tradução livre do autor: “IoT is expected to spread rapidly over the coming years and this convergence will unleash a new dimension of services that improve the quality of life of consumers and productivity of enterprises, shows impact of internet of things on society.” (Kumar, Sharma, Kirti, 2017, pág. 1)

evidências científicas indicam que o ar no interior de habitações e outro tipo de edifícios pode ser muito mais poluído que o ar exterior, mesmo nas cidades mais industrializadas” (EPA, 1995) citado por (Matos, 2014, pág. 1).

Desta forma, a Organização Mundial de Saúde definiu como Qualidade do Ar Interior aceitável:

“a natureza física e química do ar interior que é respirado pelos ocupantes de um edifício e que produz um completo bem-estar, mental, físico e social, não podendo provocar absenteísmo, doenças ou debilidades” (Matos, 2014, pág., 5)

Segundo vários estudos, existe uma ligação direta entre a deterioração da qualidade do ar e doenças como alergias, asma, bronquite, pneumonia e até cancro do pulmão, sendo que estas doenças incidem, “nos nove maiores problemas correntes para a saúde pública, envolvendo grandes custos médicos, tratamento e absenteísmo “ (Fanger, 2006) citado por (Matos, 2014, pág. 9).

Para além dos fatores mais diretos na saúde pública, uma qualidade do ar precária é também responsável pela perda de produtividade e motivo de abstinência em trabalhadores de escritórios, “Quadros *et al* (2009) menciona que as doenças causadas por um interior poluído estão entre as principais causas de pedidos de afastamento do trabalho, tanto nos Estados Unidos, como na Europa” (Matos, 2014, pág. 9)

Com toda uma preocupação à cerca da qualidade do ar foram então estudados alguns gases e componentes pertencentes à problemática em questão.

CO₂ (Dióxido de Carbono): Este gás não é considerado um perigo para a saúde humana, contudo em grandes quantidades, pode provocar um aumento no ritmo cardíaco (Taquicardia), dores de cabeça, irritação nos olhos e garganta, tonturas, fadiga muscular, depressão mental, sonolência e ruídos nos ouvidos (Quadros *et al.*, 2009; APA, 2010) citado por (Matos, 2014, pág. 14).

Temperatura: A temperatura é o parâmetro mais importante para a definição de conforto térmico, essencial para a avaliação da qualidade do ar interior, visto que este parte da perceção imediata, insatisfeita, que obtemos de um determinado lugar.

Humidade Relativa: Este parâmetro não está diretamente ligado a legislação sobre a qualidade do ar interior, contudo os seus valores são importantes para parâmetros de conforto térmico e crescimento de microrganismos.

Gases COV: Os sintomas da exposição dos gases COV variam entre alergias, vertigens, perda de concentração, fadiga, dores de cabeça, irritação dos olhos e

garganta, secura das mucosas do nariz e garganta e problemas respiratórios, para além destes problemas mais ligeiros, alguns gases COV são considerados altamente tóxicos e cancerígenos, podendo causar leucemia (Hoskins, 2003) citado por (Matos, 2014, pág. 15).

Gás Radão: Em Portugal, especialmente na região norte, o radão, gás radioativo de origem natural, contribuiu para a problemática da alta contaminação do ar interior, sendo este o segundo maior contribuinte para a causa de cancro no pulmão, “Segundo a Organização Mundial de Saúde, estima-se que a exposição ao radão cause entre 3 e 14% dos cancros do pulmão a nível mundial.” (APA, 2021).

1.3. Objetivos da Investigação

A criação dos objetivos de investigação, foi dividida em duas partes, por ordem de importância, deixando, assim, claro, os objetivos que a investigação pretende dar mais enfoque.

A investigação presente tem como objetivo principal:

- Responder à necessidade apontada pela atividade RnHealthTECH, onde se verificou o interesse pelo desenvolvimento do invólucro para os seus dispositivos IoT, apresentando um design prático, intuitivo e aprazível, orientado a um possível consumidor.

A investigação presente tem como objetivos secundários:

- Demonstrar a importância do design no desenvolvimento de dispositivos IoT;
- Planear de acordo com as necessidades do utilizador;
- Aplicar uma metodologia projetual, que demonstre ser vantajosa e proveitosa, entre o design e a engenharia, facultando a troca de informações, ideias, métodos e soluções;
- Desenvolver um protótipo;

1.4. Questões de Investigação

As questões de investigação são:

- De que forma o design poderá ser um vínculo de ligação entre um dispositivo de monitorização e o utilizador?
- Qual a importância do design para a elaboração de dispositivos IoT?

- De que modo a multidisciplinaridade é uma mais-valia para a investigação?
- Como é que a investigação presente, pode evidenciar uma ligação plausível entre o design e a engenharia, através do desenvolvimento de um dispositivo de monitorização do ar para interiores?

1.5. Metodologias de Investigação

O estudo presente compreende o design enquanto processo metodológico, onde são necessários avanços e recuos por variados métodos e fases, para assim alcançar aspetos essenciais à estrutura da investigação. Na investigação presente, foi utilizada uma metodologia mista, aproveitando e explorando os benefícios da metodologia de Design Thinking, como da metodologia do design participativo.

1.5.1 Design Thinking

O Design Thinking é uma metodologia com um conjunto de ferramentas que ajudam, empresas, designers e equipas multidisciplinares, na resolução de problemas de forma criativa em direção à inovação. Ao contrário do que muitos pensam, design thinking, não segue um pensamento ordenado e linear, como uma receita de cozinha ou uma fórmula científica, para obter projetos bem-sucedidos. Este é formado por um processo de avanços e recuos, onde cada projeto é diferente do outro, acabando assim por existir variadas formas de o abordar, “Em contraste com os campeões da gestão científica no início do século passado, os designers sabem que não há “uma melhor maneira” de avançar no processo.”⁴ (Brown, 2009, p.18).

Como já foi referido no parágrafo anterior o Design Thinking é considerado uma metodologia projetual, visto que, os seus pontos demonstram um processo lógico, capaz de criar e desenvolver produtos e serviços inovadores. Esta metodologia emprega a multidisciplinariedade entre várias áreas e pessoas, com o intuito de criar objetos ou serviços eficazes, tendo como base uma orientação centrada no entendimento do utilizador e do consumidor,

“Com isto quer dizer que a inovação é alimentada por uma compreensão completa, por meio da observação direta, do que as pessoas querem e precisam nas suas vidas e o que elas gostam e não gostam sobre a forma

⁴ Tradução livre do autor: “In contrast to the champions of scientific management at the beginning of the last century, design thinkers know that there is no “one best way” to move through the process.” (Brown, 2009, p.18)

como determinados produtos são feitos, embalados, comercializados, vendidos...”⁵ (Brown, 2008, p.1)

Apesar deste processo ser considerado livre e flexível, existem pontos principais que ajudam a entender e a seguir esta metodologia, “A razão para a natureza iterativa e não linear da jornada não é que os designers sejam desorganizados ou indisciplinados, mas que o design thinking é fundamentalmente um processo exploratório...”⁶ (Brown, 2009, p.18), esses pontos passam pelas fases de empatia, definição, geração de ideias, prototipagem e testagem.

O projeto em questão, tem como metodologia principal o design thinking, uma vez que, esta apresenta, métodos e fases capazes de sustentar e fundamentar o propósito e o desenvolvimento da investigação.



Figura 1 Fases do Design Thinking
Fonte: Autores

Fase de Empatia (Processo de Imersão)

A primeira fase no processo de Design Thinking é a empatia. Esta é a procura pelo entendimento das necessidades das pessoas, ou seja, quando se pretende criar um produto ou um serviço é importante perceber e observar o que o público necessita, qual é o mundo em que eles vivem, quais são as suas emoções, quais são as coisas que

⁵ Tradução livre do autor: “By this I mean that innovation is powered by a thorough understanding, through direct observation, of what people want and need in their lives and what they like or dislike about the way particular products are made, packaged, marketed, sold...” (Brown, 2008, p.1)

⁶ Tradução livre do autor: “The reason for the iterative, nonlinear nature of the journey is not that design thinkers are disorganized or undisciplined, but that design thinking is fundamentally an exploratory process;” (Brown, 2009, p.18)

eles acham importantes. Como designers, raramente desenhamos ou produzimos para nós próprios, o nosso trabalho passa pela criação e conceção de projetos que satisfaçam o público-alvo, desta forma é importante compreender quem são as pessoas para quem trabalhamos, interagir com elas e perceber quais são as suas necessidades. Só assim é possível criar produtos e serviços que realmente possam melhorar a vida dos utilizadores,

“Se vamos “emprestar” a vida de outras pessoas para inspirar novas ideias, precisamos de começar a reconhecer que os seus comportamentos, aparentemente, inexplicáveis representam diferentes estratégias para lidar com o mundo confuso, complexo e contraditório onde vivem.”⁷ (Brown, 2009, p.34).

Durante o processo de empatia é possível elaborar algumas atividades, para melhor entendimento do utilizador. Essas atividades passam por criar *personas*, realizar listas do *feedback* dos utilizadores, registo fotográfico do ambiente e dos utilizadores, entre outros. Contudo, para principiar o processo de empatia é necessário ter sempre em conta estas duas fases, observar e entrevistar, que irão ser exploradas, não só no início, mas ao longo de toda a investigação.

- Observar é essencial para o entendimento dos utilizadores, dos seus comportamentos e do contexto das suas vidas. Sempre que possível é relevante fazer observações, pois muitas vezes é através destas que conseguimos entender aquilo que não é perceptível pelas entrevistas, “Vemos aquilo que as pessoas fazem (e não fazem) e ouvimos aquilo que elas dizem (e não dizem)”⁸ (Brown, 2009, p.32). Observar o que as pessoas fazem e como elas interagem com o ambiente dá-nos pistas sobre como elas pensam e agem, para além disso permite-nos descobrir novos *insights* através dessas experiências. Apesar de parecer simples, observar, requer alguma prática, sendo, a maior parte das vezes filtramos informações de forma automática, sem nos apercebermos da importância que esta pode vir a ter para o projeto.
- Entrevistas ou simples conversas apresentam, na maior parte das vezes, uma grande parte dos valores e formas de pensar dos entrevistados. Por isso esta técnica é bastante importante, através destas pequenas ou longas conversas, o designer consegue perceber a perceção que as pessoas têm sobre o mundo que

⁷ Tradução livre do autor: “If we are to “borrow” the lives of other people to inspire new ideas, we need to begin by recognizing that their seemingly inexplicable behaviors represent different strategies for coping with the confusing, complex, and contradictory world in which they live.” (Brown, 2009, p.34)

⁸ Tradução livre do autor: “We watch what people do (and do not do) and listen to what they say (and do not say).” (Brown, 2009, p.32)

as rodeia e sobre elas próprias (An introduction to design thinking: process guide, 2010).

Na investigação em questão, inicialmente, irão ser realizadas conversas e reuniões com os responsáveis do projeto, para assim se perceberem os propósitos, os limites, os objetivos principais, bem como a contribuição do design para este projeto. Ao longo da investigação, também, serão realizadas entrevistas aos engenheiros responsáveis pelo desenvolvimento interno dos dispositivos, sendo estas entrevistas, acompanhadas pelo levantamento do material já existente. Também se realizarão entrevistas a possíveis futuros consumidores, sendo estas feitas à distância ou presencial, com o objetivo de entender o que é esperado em relação a estes dispositivos e quais as suas necessidades e preocupações em relação aos produtos.

Em relação à fase de observação, existem os casos de estudo, onde é possível aprender, a partir dos exemplos já existentes no mercado, o que foi bem ou mal recebido pelo público. Juntamente à observação direta, é importante mencionar, que mesmo na fase de entrevistas, é possível observar com mais detalhe, toda a relação entre as pessoas com os dispositivos, sejam elas envoltos diretos no projeto ou futuros utilizadores.

Fase de Definição (Análise e Síntese)

A segunda fase do processo de Design Thinking passa pela definição do problema, ou seja, nesta fase são reunidas todas as informações e descobertas da fase anterior, de forma a analisá-las e sintetizá-las, para a inclusão num só conceito. Após a recolha de informação sobre quem são os utilizadores, quais as suas necessidades e os seus problemas, é necessário transformar todo esse conhecimento num problema lógico e justificável,

“Num determinado momento a equipa deve sentar-se e num período intenso de síntese- as vezes ao longo de algumas horas, outras vezes, ao longo de uma semana- começar a organizar, interpretar e tecer os fios de dados numa história coerente.”⁹ (Brown, 2009, p.45)

A fase anterior passa pela acumulação de todo o tipo de observações, entrevistas e comportamentos dos utilizadores, para nesta fase, ser analisado, sintetizado, de forma a serem definidas as descobertas para a resolução do problema.

⁹ Tradução livre do autor: “At some point the team must settle down and in an intense period of synthesis—sometimes over the course of a few hours, sometimes over a week or more—begin to organize, interpret, and weave these many strands of data into a coherent story.” (Brown, 2009, p.45)

Esta fase, e o seu pensamento de análise e síntese vão ser explorados ao longo de todo o processo, sempre que necessário, uma vez que esta metodologia permite avanços e recuos, facilitando a junção de informação, mesmo depois da passagem desta etapa.

Fase de Ideação

A Ideação é a terceira fase do processo de Design Thinking e é a parte onde a equipa se deve concentrar na geração de ideias. Normalmente este processo é sempre acompanhado por uma variedade de métodos como *Sketching*¹⁰, *Prototyping*¹¹, *Brainstorming*¹² entre outros.

Na investigação a decorrer, a fase de ideação já se encontra planeada, através de alguns métodos e pensamentos. Esta etapa irá ser elaborada não só pela área do design, mas, sim, em conjunto com a área de engenharia.

Em termos de conceção, são normalmente, empregues dois pensamentos pertinentes, não só nesta fase, mas também em todo o processo de Design Thinking. Esses pensamentos são o convergente e o divergente. O pensamento divergente, serve essencialmente, para a criação de ideias, ou seja, este explora várias opções com o objetivo de criar o máximo de ideias possíveis, "...o pensamento divergente é para multiplicar opções e criar escolhas..."¹³ (Brown, 2009, p.44), em termos de técnica, este, seria comparado ao *brainstorming*. O pensamento convergente é o contrário, ou seja, este pensamento ajuda a equipa a focar-se no essencial e a descartar tudo aquilo que não importa, "Pense num funil, onde a abertura larga representa o amplo conjunto de possibilidades iniciais e o pequeno bico representa a solução estreitamente convergente."¹⁴ (Brown, 2009, p.43).

No projeto em questão, durante o processo de criação de ideias, ou seja, na fase divergente, irá ser utilizado, principalmente o método de *brainstorming* e *sketching*. Na fase de seleção de ideias, ou seja, a fase convergente, o projeto irá adaptar os métodos de modelos, como forma de averiguar tamanhos e formas, e o desenvolvimento de *renders*, para ser possível perceber o aspeto do produto e se este é viável para ser utilizado como protótipo final.

¹⁰ Esboço, método de desenho rápido, ainda inacabado e com muita pouca informação.

¹¹ Prototipagem, método experimental que ajuda designers a selecionarem e analisarem melhor ideias.

¹² Método criativo que estimula a partilha de ideias e informações.

¹³ Tradução livre do autor: "the objective of divergent thinking is to multiply options to create choices." (Brown, 2009, p.44)

¹⁴ Tradução livre do autor: "Think of a funnel, where the flared opening represents a broad set of initial possibilities, and the small spout represents the narrowly convergent solution." (Brown, 2009, p.43)

Estes dois pensamentos são as bases para a fase de ideação, onde todo o processo passa pela criação de ideias, para mais tarde, a equipa seleccionar apenas as mais viáveis.

Fase de Prototipagem

A fase de prototipagem é usada como uma forma de teste para averiguar detalhadamente as características positivas e negativas do protótipo e assim denotar novas soluções ou identificar novos problemas, até que o produto esteja de acordo com todos os parâmetros previamente seleccionados.

A base nesta fase, passa pela experimentação, sendo importante perceber, que não é necessário a produção de um protótipo muito detalhado e caro, mas sim o desenvolvimento de um protótipo capaz de apresentar as características necessárias para o utilizador poder testar,

“Designers do Produto podem usar materiais baratos e fáceis de manipular: papelão, espuma de poliuretano, madeira e até objetos e materiais que encontrem por aí- qualquer coisa que possam colar com fita adesiva ou agramar para ficar unido e criar uma aproximação física de ideias.”¹⁵ (Brown, 2009, p.55)

Segundo Tim Brown (2009) é com o método de experimentação que a equipa pode entender os erros e quais as ideias e soluções que são mais apropriadas para o produto final.

Este projeto procura a execução de um protótipo que corresponda a todos os objetivos, anteriormente, mencionados. Desta forma, irão ser averiguadas todas as condições necessárias, de modo a garantir que a prototipagem apresente as características de um produto final, permitindo avaliações e conclusões mais claras acerca do protótipo.

Fase de Teste

A fase de testes, apesar de indicar ser a última fase do processo, na verdade pode espoletar novas soluções, ideias e até a criação de uma nova empatia com os utilizadores.

Como foi brevemente explicado na fase anterior, a fase de teste é quando é obtido o *feedback* do utilizador relativo ao protótipo, ou seja, nesta fase é normal recuar para fases anteriores, de modo a acrescentar ou a corrigir os erros, de acordo com a nova

¹⁵ Tradução livre do autor: “Product designers can use cheap and easy-to-manipulate materials: cardboard, surfboard foam, wood, and even objects and materials they find lying around—anything they can glue or tape or staple together to create a physical approximation of ideas.” (Brown, 2009, p.55)

informação obtida, “Uma equipa ágil de designers terá feito protótipos desde o primeiro dia e ia-se autocorrigindo ao longo do caminho. Como dizemos na IDEO, “Falhe cedo para ter sucesso mais cedo”¹⁶(Brown, 2009, p.18).

A investigação em questão utiliza a fase de teste, como forma de avaliação, onde se afirma a funcionalidade de alguns protótipos e se questiona a viabilidade de outros, sendo que nestes será necessário voltar atrás no processo e reconsiderar as decisões tomadas.

1.5.2 O Design Participativo

O design participativo (DP) é uma abordagem a estratégia de design onde todas as partes interessadas são envolvidas no projeto, tanto designers, como utilizadores, engenheiros, consumidores, entre outros, têm um parecer na criação do projeto, tornando assim possível para os designers imaginar uma conceção verídica. Esta abordagem é baseada nos princípios de um design focado nas necessidades do utilizador, desta forma a inclusão de todas as pessoas envolvidas no projeto, torna-se pertinente para a perceção e antecipação dos seus desejos,

“A metodologia do DP é baseada sobre o verdadeiro poder de decisão dos codesigners e a incorporação dos seus valores no processo de design e no seu resultado, que muitas vezes é um protótipo para um produto ou serviço, ou uma nova maneira de organizar uma prática de trabalho ou projetar um espaço.”¹⁷
(Velden, 2014, p.2)

A metodologia do design participativo apresenta três fases, sendo estas semelhantes às fases de outros processos, como o Design Thinking. A fases do design participativo são as seguintes:

1. **Descoberta** e passa pela compreensão e conhecimento do utilizador, com o objetivo de obter o máximo de informações possíveis, esta inclui alcançar dados e informações, realizando pesquisa observacional, entrevistas e pesquisa com os interessados.
2. A **Ideação** é a segunda fase e é referente à geração e seleção de ideias, onde as equipas avaliam, observam, sugerem e repetem, futuras possibilidades para resolver o problema.

¹⁶ Tradução livre do autor: “A nimble team of design thinkers will have been prototyping from day one and self-correcting along the way. As we say at IDEO, “Fail early to succeed sooner.”” (Brown, 2009, p.18)

¹⁷ Tradução livre do autor: “PD’s methodology is based on the genuine decision-making power of the co-designers and the incorporation of their values in the design process and its outcome, which is often a high-fidelity prototype for a product or service, or a new way to organize a work practice or to design a space.” (Velden, 2014, p.3)

3. A **Prototipagem** é a última fase e tem como objetivo a conceção e a testagem de futuros produtos de design (Gamwell e Mihailidis, 2018).

Os métodos são técnicas e atividades que ajudam os utilizadores a se expressarem no processo de design, em particular, estes podem variar entre a realização de desenhos, entrevistas ou mesmo prototipagem, concedendo assim uma oportunidade aos utilizadores de especificarem as suas escolhas e decisões durante o processo desenvolvido. Existe uma variedade de métodos utilizados pelo design participativo, alguns deles são ótimos para criar empatia com os utilizadores, enquanto outros servem para uma melhor prototipagem. Nesta investigação, apenas iremos abordar quatro desses métodos.

O primeiro método a abordar chama-se **Método dos Cartões**, *Card Method*, e é utilizado principalmente para inspirar, explorar e expressar emoções e valores. Este método é realizado em diferentes tipos de fases no processo de design, tais como geração de ideias e criação de empatia com os utilizadores. A partir deste método é possível aos designers uma fácil comunicação, permitindo assim uma melhor compreensão do utilizador,

“A ordenação de cartões é um método bastante usado onde o co-designer organiza os cartões em categorias ou seleciona cartões particulares para visualizar, expressar prioridades ou inspirar um processo criativo”¹⁸ (Velden, 2014, p.14)

Os **Métodos de Mapeamento** são usados para expor e analisar o conhecimento local, para além disto, permitem também àqueles que vão ser afetados pelo design, que expressem as suas ideias e estejam envolvidos durante o processo de um produto, “O resultado dos mapas dão visualizações holísticas de geografias, contextos, histórias de vida, fluxos de trabalho, ou conexões e relações dos co-designers.”¹⁹ (Lanzara and Mathiassen, 1985) citado por (Velden, 2014, p.15).

O método **Future Workshops**, serve, essencialmente, para o planeamento e encenação de possíveis futuros, a partir do envolvimento de vários participantes. Este método é dividido em cinco fases, sendo elas, preparação, crítica, fantasia, realização

¹⁸ Tradução livre do autor: “Card sorting is a widely used design method in which the codesigner(s) organize the cards into categories or select particular cards to visualize processes, express priorities or inspire creative processes. (Velden, 2014, p.14)

¹⁹ Tradução livre do autor: “The resulting maps give holistic visualizations of geographies, contexts, life histories, workflows, or connections and relationships of the co-designers” (Lanzara and Mathiassen, 1985 cit in Velden, 2014, p.15)

e *follow-up*. A fase de preparação passa pela criação de um ambiente acolhedor, onde o tema e o moderador são apresentados, a fase de crítica, é o próximo passo, e refere-se à discussão do tema apresentado, onde são colocadas várias palavras-chave em notas *Post-it*, passando assim para a fase seguinte, a fantasia, onde as opções escritas na fase de crítica tornam-se em algo positivo através de um *brainstorming*. Em seguida as ideias geradas a partir do *brainstorming*, onde são analisadas e sintetizadas passando para fase de realização, são discutidas com o objetivo de implementação, elaborando assim um plano de ação e dando assim espaço para a fase final, o *follow-up*.

A **Prototipagem Participativa** é um método de geração, concretização e avaliação de ideias. Neste método todos os valores dos utilizadores, são passados para um objeto de design, com o objetivo de entender se as ideias selecionadas foram realmente bem-sucedidas, por este facto o presente método é um dos mais importantes para o processo de design participativo.

1.5.3 Tabela Comparativa

Como podemos observar de forma mais detalhada, na tabela abaixo, as duas metodologias partilham a mesma filosofia, sendo esta, uma estratégia de design focada nas necessidades dos utilizadores. Em ambas as metodologias, apesar de apontarem abordagens e processos diferentes, não deixam de mencionar as partes mais importantes para o processo de design, como, a fase inicial de imersão, a fase de geração de ideias e a fase de prototipagem. Na metodologia proposta pelo design thinking o processo é mais detalhado e definido, enquanto o design participativo é mais abrangente. Em relação aos métodos e técnicas estudados, encontram-se técnicas parecidas nas duas metodologias, como é o caso da utilização do *brainstorming*, entrevistas e modelos, contudo a forma como os abordam é bastante distinta, ou seja, utilizam as mesmas técnicas, com os mesmos objetivos, mas a forma como estes são abordados ao codesigner ou futuro utilizador é diferente.

Com a análise destas duas metodologias, podemos concluir que o processo do design thinking é mais completo para sustentar um projeto de design. A metodologia de design participativo, apesar de se basear num bom conceito e dispor de técnicas bastante interessantes, para a criação de uma melhor empatia e interação com o utilizador, não apresenta o mesmo tipo de detalhe da metodologia do design thinking.

A investigação a decorrer tem como plano a utilização das duas, formando assim uma simbiose, ou seja, o design thinking será a metodologia base, visto que é mais

pormenorizada e completa permitindo assim uma melhor definição, caso o foco do projeto seja perdido. A metodologia de Design Participativo será utilizada como complemento à metodologia de design thinking, especialmente, nas fases de empatia, definição e geração de ideias, onde se denota a importância de aproveitar as vantagens dos métodos e técnicas de interação e criação de soluções com todos os intervenientes do projeto.

Tabela 1 Comparação entre as duas Metodologias

	Design Thinking	Design Participativo
Conceito	É uma filosofia, com um conjunto de ferramentas, que tem como objetivo principal a resolução de problemas a partir das necessidades humanas.	É uma abordagem estratégica de design, focado nas necessidades do utilizador, onde todas as partes interessadas se envolvem diretamente no projeto.
Metodologia	Este não segue um processo linear e ordenado, formado por avanços e recuos, onde cada projeto é diferente um do outro, cabendo a equipa projetual decidir a forma mais adequada para o seu objetivo. Apesar de tudo as fases principais são as seguintes: • Fase de Empatia • Fase de Definição • Fase de Ideação • Fase de Prototipagem • Fase de Teste	A metodologia do design participativo divide-se em apenas três fases: • Fase de Descoberta • Fase de Ideação • Fase de Prototipagem
Métodos/ Técnicas	Em cada fase existe uma variedade de métodos e técnicas, para designers conseguirem alcançar um produto ou serviço que satisfaça as necessidades dos utilizadores. <u>1ª Fase:</u> Criação de empatia com os utilizadores, a partir de entrevistas e conversas informais, observação do seu ambiente e hábitos, criação de personas, fotografar, entre outros. <u>2ª Fase:</u> Análise e sintetização da informação, da fase anterior, através da elaboração de reuniões de equipa, <i>mindmaps</i> entre outros. <u>3ª Fase:</u> Geração e criação de ideias através de diferentes técnicas como, <i>brainstorming</i> , desenhos, <i>mindmaps</i> , prototipagem, experimentação, entre outros. <u>4ª Fase:</u> Conceção das ideias selecionadas através da prototipagem em diversos materiais e <i>storyboards</i> . <u>5ª Fase:</u> Elaboração de testes aos utilizadores, lista de <i>feedback</i> , observação, mapa de avaliação	Ao longo das fases do processo de design participativo existem vários métodos e técnicas, que permite, aos designers e as pessoas envolvidas, o melhor resultado possível, entre eles estão: <u>1ª Fase-</u> Método dos Cartões <u>2ª Fase-</u> Método de mapeamento e Workshops <u>3ª Fase-</u> Prototipagem Participativa Para a realização destes métodos, são exploradas variadas técnicas tais como, colocação de <i>post-it</i> nas paredes, desenhos, <i>brainstorming</i> , entrevistas e discussões entre designers e utilizadores.

1.5.4. Benefícios da Metodologia

Como já foi referido a investigação em questão compreende o design enquanto processo metodológico, onde são necessários avanços e recuos, para assim fundamentar da maneira mais lógica e benéfica uma boa investigação em design. Desta forma, é denotado, que o uso das metodologias acima mencionadas, permitiram uma melhor estruturação do processo, assim como tal, foi possível entender possíveis métodos e técnicas são mais adequadas, para uma boa execução do projeto de design.

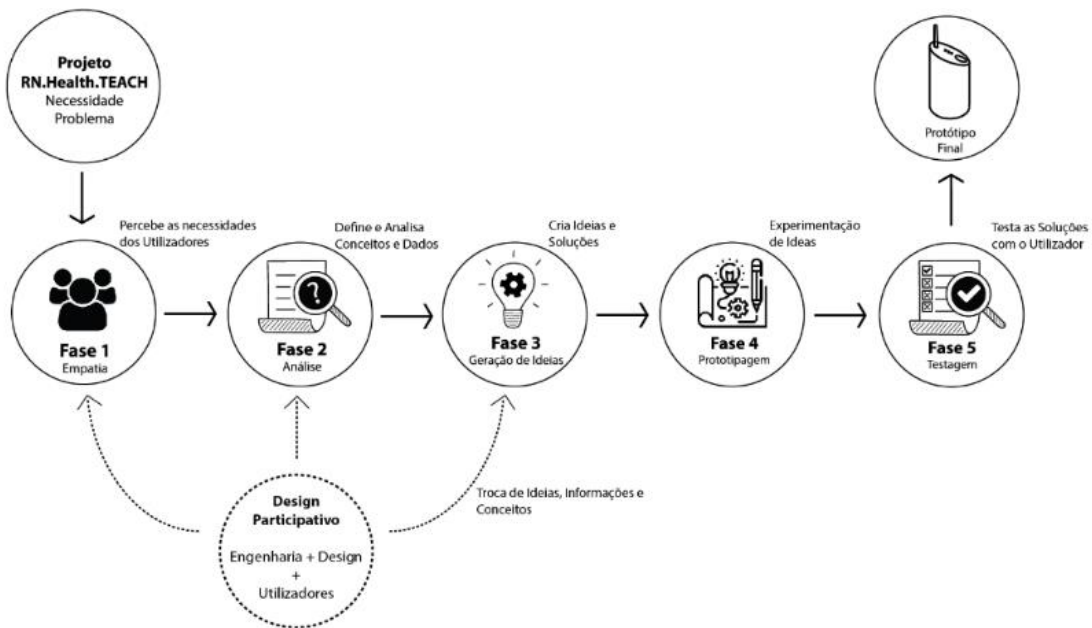


Figura 2 Metodologia proposta para desenvolvimento do projeto de investigação
Fonte: Autores

O benefício das duas metodologias reside, essencialmente, nos seus conceitos, ou seja, ambas abordam um processo num design focado, na resolução de problemas, através das necessidades do utilizador e evidenciam simultaneamente a importância de um estudo baseado em equipas multidisciplinares.

A importância de uma metodologia focada na resolução de problemas, através de um design centrado nas necessidades do utilizador, faz sentido para o desenvolvimento de todos os tipos de produtos a ser desenhados, mas um dispositivo IoT ou eletrónico, exige uma especial atenção, visto que um objeto tecnológico, para muitas pessoas, ainda é um objeto de difícil compreensão e interação. Os processos abordados auxiliam o desenvolvimento de uma relação com o utilizador e com a equipa de trabalho, através das entrevistas, conversas e *brainstormings*, percebendo assim os seus problemas e as suas necessidades,

“O trabalho do designer, emprestando a maravilhosa frase de Peter Drucker, é “converter necessidades em exigências”. À primeira vista isto soa: basta descobrir o que as pessoas querem e dar-lhes isso.... A resposta, eu sugiro é que tornemos a colocar os humanos no centro da história. Nós precisamos de aprender a colocar as pessoas primeiro.” (Brown, 2009, p.30).

Para além disto, outro ponto a beneficiar destas metodologias é o facto de ambas evidenciarem a importância de um estudo desenvolvido, simultaneamente, por diversas áreas, visto que só assim é possível a criação e amadurecimento de um projeto inovador. Ao incluir no processo projetual, áreas como a engenharia, marketing e saúde, é possível que o projeto receba todo o tipo de informações necessárias para a sua fundamentação e criação, acabando assim por se tornar importante no sentido em que “um designer competente pode sempre melhorar o widget do ano passado, mas uma equipa multidisciplinar de especialistas em design esta em condições de resolver problemas mais complexos”²⁰(Brown, 2009, pág. 11).

²⁰ Tradução livre do autor: A competent designer can always improve upon last year's new widget, but an interdisciplinary team of skilled design thinkers is in a position to tackle more complex problems.” (Brown, 2009, pág. 11)

Capítulo II- Contextualização Teórica

2.1. IoT- A Internet das Coisas

2.1.1. História e Conceito da IoT

A Internet das Coisas, mais conhecida como IoT, teve o seu início, em 1990, quando John Romkey (s/d), criou uma torradeira que podia ser ligada e desligada a partir da internet. No ano seguinte, Mark Weiser (1952-1999) escreveu o artigo “The computer for the 21st century” (1991) onde afirmava, que no futuro os dispositivos iriam estar ligados a todo o lado, conseguindo, realizar as suas funcionalidades sem a preocupação do Homem. Apesar de tudo, esta tecnologia só ganhou forma, em 1999, após Kevin Ashton (n.1968), criar o termo “*Internet of Things*” enquanto trabalhava com tecnologias RFID²¹ (Identificação por radiofrequência) e *Wireless Sensor Networks*²², para uma melhor localização de produtos numa cadeia de logística.



Figura 3 John Romkey na apresentação da torradeira em 1990
Fonte: Semantic Scholar



Figura 4 Torradeira IoT de John Romkey
Fonte: Living Internet

O conceito é bastante abrangente e ainda está em evolução, contudo, pela interpretação de algumas descrições, é possível concluir que a Internet das Coisas, passa pela extensão dos dados e informações, existentes na internet, aos objetos do dia a dia, tornando assim possível a sua operação e funcionalidade a partir de um computador, *smartphone* ou outro dispositivo ligado diretamente à internet, “Este mundo permite

²¹ **RFID:** Identificação por radiofrequência, consiste num método de identificação automática através de sinais de radio.

²² **Wireless Sensor Network:** rede de sensores sem fio consiste num grupo de sensores dedicados a analisar, registar e organizar as condições físicas de um ambiente.

interações homem-objeto e interações objeto-objeto; acompanhamento em tempo real das mudanças na área física”²³ (Coskun e Abdullah, 2018, pag.179)

Para as novas gerações o uso desta tecnologia é quase imperceptível, pois cada vez mais, são comuns os exemplos de objetos, no cotidiano, que podemos ligar à internet. Contudo, o grande objetivo dos dispositivos IoT, não passa pela capacidade de conexão e desconexão dos objetos à internet ou a outros dispositivos, mas sim, a capacidade de incumbirmos mais eficiência aos objetos, possibilitando assim, que estes sejam capazes de notificar o seu estado, de identificar possíveis anomalias ou, simplesmente, informar o utilizador de uma variedade de funcionalidades existentes,

“O objetivo não é possuir diversos meios para se conectar, mas sim, que os equipamentos se tornem eficientes como o frigorífico que emite avisos de produtos que estão a terminar e já realiza cotações de preços...” (Godoi e Araújo, 2019, pág.20).

Ao longo da investigação foram evidenciadas as seguintes **características** que ajudaram na percepção da definição de um dispositivo IoT:

A Interconectividade é a essência da tecnologia IoT, visto que, nesta, tudo pode ser interconectado através de infraestruturas de informação e comunicação global²⁴;

Serviços relacionados a objetos, também, faz parte de uma das características base de um dispositivo IoT, visto que esta tecnologia é capaz de fornecer serviços virtuais relacionados a objetos físicos;

Como o nome indica a Heterogeneidade, em dispositivos IoT, diz respeito à diversidade de plataformas, de *hardwares* e redes utilizadas, sendo para estes possíveis a interação com outros dispositivos através de redes diferentes;

As Mudanças Dinâmicas dizem respeito às alterações dinâmicas do dispositivo, por exemplo, quando o dispositivo se encontra conectado ou desconectado ou a sua adaptabilidade de trabalho em diferentes condições e contextos;

A Escalabilidade refere-se ao aumento de dispositivos que precisaram de ser administrados, ou seja, o número de dispositivos que precisam de ser coordenados é cada vez maior em relação aos dispositivos que estão diretamente ligados à internet, tornando assim, a gestão de dados gerados mais difícil.

²³ Tradução livre do autor “This world enables human-to-object interactions and object-to-object interactions, real-time monitoring of changes in the physical area. (Coskun e Abdullah, 2018, p.179)

²⁴ Infraestrutura de informação e comunicação global, consiste na base de um sistema de comunicações sobre o qual vários serviços de radiofusão e telecomunicações são operados.

São conhecidos as vantagens e os benefícios que a IoT pode oferecer aos seus utilizadores, contudo esses não devem ser desculpa para esquecer o fator Segurança, visto que o mundo digital se apresenta bastante perigoso. Desta forma, os criadores e utilizadores destes dispositivos, têm o dever de proteger os dados, que se movimentam por todo o lado na internet, “Proteger os *endpoints*, as redes e os dados que se movem por todo o lado, significa criar um paradigma de segurança que irá escalar rapidamente.”²⁵(Patel e Patel, 2016, pág. 6123).

A Conectividade é das características principais para o funcionamento de dispositivos IoT, visto que todas as tecnologias e os sensores usados nestes produtos, passam pela necessidade de manter uma conexão entre eles próprios e com o exterior. Em suma a conectividade permite acessibilidade e compatibilidade de rede, sendo que a acessibilidade passa pela entrada numa rede enquanto a compatibilidade providencia a capacidade de consumir e gerar dados (Patel e Patel, 2016).

Arquitetura de Dispositivos IOT

A arquitetura da tecnologia IoT, consiste em camadas de diferentes tipos de tecnologias que suportam a própria IoT. Como é abordado no Jornal IJESC (2016), estas camadas, servem para demonstrar como variadas tecnologias se relacionam entre si e como estas comunicam características da tecnologia IoT em diferentes tipos de cenários.



Figura 5 Arquitetura IOT
Fonte: Autores

²⁵ Tradução livre do autor “Securing the endpoints, the networks, and the data moving across all of it means creating a security paradigm that will scale” (Patel e Patel, 2016, pág. 6123)

Camada A: Dispositivos Inteligentes/ Camada de Sensores

A primeira camada é composta por objetos inteligentes integrados com sensores. Estes sensores permitem a relação entre o mundo físico e digital, servindo como uma espécie de ponte de ligação, armazenamento de informações e processando dados acerca de ambos os mundos. Existem variados tipos de sensores, para diferentes tipos de propósitos, sendo estes agrupados de acordo com o seu tipo de finalidade, por exemplo, sensores ambientais, corporais, eletrodomésticos e entre outros. Apesar de tudo a maioria dos sensores requer conectividade com sensores *gateway*²⁶, podendo, esta conexão ser, através de redes LAN²⁷, conexões a internet ou Wi-Fi, redes pessoais PAN²⁸, *Bluetooth* e entre outras.

Camada B: Redes e Gateways

Com a grande quantidade de dados gerados pelos sensores é necessária uma infraestrutura de redes, com fio ou sem fio, de alto desempenho como meio de transporte. Com uma maior exigência por parte dos serviços e dispositivos IoT, várias redes, com várias tecnologias e protocolos diferentes, necessitam de trabalhar umas com as outras numa configuração heterogénea.

Camada C: Armazenamento de Dados e Camada de Processamento

Esta camada passa pelo processamento da informação através de análises, controlos de segurança, processos de modelação e gerenciamento de dispositivos, estando localizada na *Cloud* ou num sensor *Gateway*. Para além, das análises e gerenciamento de dados, que examinam e filtram os dados armazenados pelos sensores, esta camada contém uma característica muito importante, denominada de regras de processamento de mecanismos. Explicando, a IoT passa pela conexão e interação de objetos e sistemas juntos, providenciando informação na forma de eventos ou dados contextuais, como temperatura, localização, entre outros. Alguns destes eventos requerem filtragem para sistemas de pós processamento, enquanto outros requerem situações imediatas, desta forma, as regras de processamento de mecanismos, oferecem uma forma lógica de gerenciamento destes processos, permitindo um sistema IoT mais eficiente.

Camada D: Aplicação

Esta camada, está localizada na *cloud* e passa pelo gerenciamento inteligente de aplicativos, ou seja, as análises e relatórios dos dados na *cloud* são usados para

²⁶ Sensores Gateway servem como ponte entre sensores/dispositivos e a *cloud* (dispositivo de armazenamento de dados colocado na internet).

²⁷ LAN é uma rede de computadores utilizada na interconexão de equipamentos e processadores.

²⁸ PAN é uma rede doméstica que conecta dispositivos a curta distância.

consumidores finais, para aplicações e registos, através de interfaces da *web* e entrega de emails (Patel e Patel, 2016).

2.1.2. Impacto na Sociedade

Cada vez mais, a Internet das Coisas é o tema primordial em questões sociais, económicas e industriais. Produtos comuns, como carros, objetos industriais e sensores, fazem parte da grande variedade de dispositivos interligados à internet. Programados com uma capacidade de administração e geração de dados poderosa, estes produtos, já considerados banais, tornarão possível uma enorme transformação na forma como as pessoas irão trabalhar e viver no futuro.

Num relatório realizado em 2011, foi previsto que o uso de dispositivos IoT, em 2015, iria aumentar para 25 biliões e que em 2020, esse número, passaria para os 50 biliões (Evans, 2011). Apesar de nos encontrarmos em 2023 e estes dados parecerem desatualizados, podemos denotar o impacto exponencial, em poucos anos, destes dispositivos em diversas áreas distintas, por todo o mundo, “Recentemente, a tecnologia da Internet das Coisas, que atraiu a atenção da indústria como de academias, possibilitou a criação de novos modelos de negócio e a criação de novos produtos e serviços”²⁹ (Coskun e Abdullah, 2018, p.177).

A IoT mundialmente distribuída, poderá, a partir dos seus dispositivos e troca de dados, contribuir para o melhoramento de setores como o económico, de transportes, logístico, saúde, educação e muito mais.

“Com a facilidade de capturar informações de uso em tempo real e fornecer controlo remoto, a conectividade móvel incorporada pode tornar uma ampla gama de dispositivos, máquinas e veículos mais eficazes e eficientes, reduzindo drasticamente o desperdício e melhorando a produtividade.”³⁰ (Kumar, Kirti e Sharma, 2017, pág. 2).

2.1.3 Vantagens e Desvantagens da IOT

A internet das coisas facilita muito o dia a dia da população mundial, os seus dispositivos beneficiam o trabalho em vários tipos de indústrias. Contudo, apesar de ser uma

²⁹ Tradução livre do autor “Recently, the Internet of Things technology, which has attracted the attention of both industry and academy, has enabled the creation of new business models and the creation of new products and services.” (Coskun e Abdullah, 2018, p.177)

³⁰ Tradução livre do autor: “With the facility to capture real-time usage information and provide remote control, embedded mobile connectivity can make a wide range of devices, machines and vehicles more effective and efficient, dramatically reducing waste and improving time productivity.” (Kumar, Kirti e Sharma, 2017, pág. 2)

tecnologia bastante vantajosa para o ser humano, é necessário entender algumas das suas desvantagens, como por exemplo a segurança. É de conhecimento geral que o corrompimento de dispositivos eletrônicos e o roubo de dados pessoais é um problema grave e comum nesta área, apesar de a tecnologia estar em constante avanço, a segurança e a privacidade irão ser sempre pontos de preocupação a ter em conta.

Segundo Parteek (2019) a tabela 2 apresenta as principais vantagens e desvantagens da tecnologia IoT.

Tabela 2 Vantagens e Desvantagens da tecnologia IoT

Vantagens	Desvantagens
Minimizar o esforço humano	Questões de Segurança
Economiza tempo	Questões de privacidade
Colheita de dados aprimorada	Aumento do desemprego
Segurança melhorada	Complexidade do sistema
Utilização de recursos eficiente	Alta dependência da internet
-----	Atividade mental e física reduzida

2.1.4. Áreas de Aplicação da IOT

A variedade de aplicações que a IoT pode oferecer são imensas, podendo abranger grandes áreas, como a indústria, até áreas mais pequenas, como casas inteligentes. Abaixo encontram-se alguns exemplos de aplicações IoT:

IOsL (Internet of smart living), consistem em aparelhos utilizados em habitações comuns, facilitando as tarefas, segurança e economia do dia a dia, das pessoas que la vivem:

- Aparelhos de controlo remoto, como ligar e desligar remotamente eletrodomésticos;
- Aparelho de controlo de Tempo, exibe as condições climáticas externas, desde a humidade, a temperatura e velocidade do vento;
- Aparelhos de casa inteligente, por exemplo, frigoríficos onde no *display* informam que tipo de comida está prestes a expirar, ou máquinas de lavar que permitem que os utilizadores as controlem remotamente, entre outros;

- Controlo de Segurança, dispositivos de monitorização, desde câmaras a sistemas de alarme residencial, controlados à distância, ou sistema de deteção de intrusos, através da identificação de aberturas de janelas e portas;
- Aparelhos de monitorização do consumo de água e energia e obtenção de conselhos para economizar custos e recursos.

IOsC (Internet of smart cities), limita-se ao uso da tecnologia IoT em cidades, para a melhoria de infraestruturas, segurança pública, energia, sustentabilidade e muito mais.

- Aparelhos de monitorização de vibrações e condições dos materiais em edifícios, pontes e monumentos históricos;
- Aparelhos de iluminação inteligente capazes de se adaptarem ao clima na rua;
- Aparelhos de monitorização, através de vídeo, em caso de incêndio, gestão pública entre outros;
- Aparelhos de mensagens, com informações de desvios, condições climáticas e engarrafamentos, nas estradas e autoestradas;
- Monitorização em tempo real da capacidade de estacionamento na cidade, tornando possível, cidadãos identificar e reservar espaços disponíveis

IOsE (Internet of smart environment), refere-se ao uso da tecnologia IoT para a monitorização, coleta de dados e análises sobre o estado do planeta, em questões ambientais.

- Aparelhos de monitorização de poluição do ar, controlo das emissões de CO₂, poluição emitida por carros e outros gases tóxicos;
- Aparelho de deteção de incêndios florestais;
- Aparelho que estuda a qualidade da água em rios e no mar para possível uso.
- Dispositivo de proteção da vida selvagem o controlo é feito através das coleiras, onde são embutidos *chips* GPS, permitindo assim localizar qualquer animal selvagem.

IOsI (Internet of smart industry), passa pela otimização do processo de produção industrial através do uso da IoT.

- Aparelho de monitorização de deteção de gases explosivos perigosos, em ambientes industriais e minas;
- Aparelho de monitorização a manutenção e reparo de alguns equipamentos existentes em fábricas. Este tipo de aplicativo permite saber com antecedência o mau funcionamento do equipamento podendo agendar automaticamente a manutenção.

IOsH (Internet of smart health), resume-se, mais uma vez, à utilização da internet das coisas, para monitorizar, analisar e recolher dados sobre os pacientes e a sua saúde, permitindo assim um sistema mais fácil e rápido na indústria da saúde.

- Monitorização de pacientes e o seu estado de saúde dentro de hospitais ou outras instituições;
- Monitorização de quedas, permite a assistência a pessoas idosas ou pessoas com algum tipo de deficiência, que apesar de viverem de forma independente, podem ficar sujeitas a pequenos acidentes;
- Na área dentista, existe a escova de dentes ligada a uma aplicação, permitindo uma recolha e análise de dados acerca dos hábitos de escovagem do utilizador, depositando essa informação no telemóvel associado, para usufruto pessoal ou para mostra das estatísticas ao médico dentista;
- Monitorização de atividade física, passa pela colocação de sensores sem fios em colchões, permitindo assim, através de uma aplicação de telemóvel, saber a frequência cardíaca e respiratória do utilizador (Patel e Patel, 2016).

2.2. Design do Produto e a Internet das Coisas (IoT)

2.2.1. Pensamento em Design para Dispositivos IoT

Durante esta investigação em design foi necessário compreender os pensamentos de design, que se evidenciaram necessários para produção de Dispositivos IoT ou eletrónicos.

No livro *Designing Connected Products* de 2015, Martin Charlier relembra, que a relação entre tecnologia e forma dos objetos é um aspeto do termo proferido pelo arquiteto Louis Sullivan (1956- 1924) e um dos lemas mais lembrados da escola Bauhaus, “*form follows function*”, “a forma segue a função”.

Este termo surgiu em 1896, quando Sullivan, mostrou o seu ponto de vista, sobre o debate entre um design funcional ou ornamentado, no artigo “*The tall office building artistically considered*”, afirmando que a diretriz correta para o design de produtos seria “a forma segue a função” assegurando que este devia ser minimalista e sem ornamentação, baseado na funcionalidade e na racionalidade (Pektas, 2020).

A famosa frase de Sullivan, indica, que para a elaboração de objetos, a sua forma deve sugerir o seu propósito, ou seja, numa primeira observação, o design do objeto tem de ser claro para o consumidor entender a sua funcionalidade.

O exemplo da frase “a forma segue a função” está sugerido nas figuras 6 e 7, onde se verifica o Museu Guggenheim de Frank Lloyd em Nova Iorque, visto que a sua forma em espiral permite que o visitante do museu experiencie todas as exposições desde o seu início até ao fim.



Figura 6 Interior do Museu Guggenheim
Fonte: Guggenheim



Figura 7 Exterior do Museu Guggenheim
Fonte: Guggenheim

Apesar de tudo, esta frase pode sofrer algumas alterações, visto que o objeto de estudo é um dispositivo IoT. O interior da maior parte dos dispositivos eletrónicos não passa de fios e placas, que eventualmente, se transformam num “objeto” capaz de apresentar um propósito e uma utilidade. Atendendo, que a funcionalidade destes dispositivos está intrínseca no seu interior tecnológico é natural que o formato exterior seja influenciado, para não dizer regido, pelos elementos interiores, indispensáveis à sua atividade. Portanto, se adaptarmos esta famosa frase para a investigação presente, constatamos que “a forma segue a função”, sofre algumas alterações, passando assim a ser proferida “a função dita a forma”, dado que, nestes dispositivos, a função passa a dar sentido à forma.



Figura 8 Exterior de uma Televisão antiga
Fonte: The Guardian



Figura 9 Interior de uma televisão antiga
Fonte: Opidell's

Como exemplo desta nova frase, “a função dita a forma”, são apresentadas as figuras 8 e 9, televisores antigos, onde a sua forma exterior, um cubo volumoso, é influenciada pela sua funcionalidade interior, onde tinha de acomodar um tubo de raios catódicos gigante.

Outros temas explorados, durante a investigação, incidem nos conceitos de Don Norman (n.1935), onde este explora pensamentos e temas direcionados para a criação de um design, capaz de servir de ponte, entre os utilizadores e os objetos.

Na obra *The Design of Everyday Things* (2013) é explicada a importância de um design centrado nas necessidades humanas, explorando as áreas da psicologia, da arte e engenharia, fornecendo, assim, estruturas sólidas para designers fazerem produtos pensados no utilizador. Neste livro, também são apresentados temas similares às questões da investigação, como por exemplo as vantagens do design em produtos elaborados por engenheiros:

“O problema com o design da maior parte dos engenheiros é que eles são muito lógicos. Nós temos de aceitar o comportamento humano da maneira que ele é e não da maneira que nós gostaríamos que ele fosse.”³¹ (Norman, 2013, p.6).

Como também, a importância da interligação entre a tecnologia, presente no interior do produto, e os utilizadores, “O design preocupa-se em como as coisas funcionam, como elas são controladas, e sobre a natureza de interação entre as pessoas e a tecnologia”³² (Norman, 2013, p.5).

O primeiro princípio abordado por Don Norman passa pela necessidade de exploração de duas palavras, de forma a obter informação de como o utilizador observa e interage com um objeto de design. Essas duas palavras são: *discoverability* e *understanding*.

Understanding, palavra em inglês que se refere à compreensão de como o objeto pode ser usado, o que este significa e a interpretação de todos os seus controlos e configurações. Este só existe quando o produto demonstra uma boa *Discoverability*.

Discoverability, refere-se à eventualidade de descobrir quais ações do produto são possíveis, para assim, o utilizador entender que operações do objeto podem ser empregues. Para uma aplicação correta desta palavra são necessários cinco princípios que empregam as características apropriadas para uma boa interação entre o objeto e

³¹Tradução livre do autor: “The problem with the designs of most engineers is that they are too logical. We have to accept human behavior the way it is, not the way we would wish it to be.” (Norman, 2013, p.6)

³²Tradução livre do autor: “Design is concerned with how things work, how they are controlled, and the nature of the interaction between people and technology” (Norman, 2013, p.5)

o utilizador, esses princípios são os seguintes: *affordances*, *signifiers*, *constraints*, *mappings* e *feedback*.

Na investigação apenas iremos explorar dois princípios, aqueles que achamos mais relevantes para o projeto, *Affordances* e *Signifiers*. A partir do conceito de *affordances* e *signifiers* de Don Norman (2013), foi realizada uma tabela para a sua comparação.

Tabela 3 Comparação entre *Affordances* e *Signifiers*

<i>Affordances</i>	<i>Signifiers</i>
O termo <i>Affordances</i> não é descrito como uma propriedade inserida no objeto, mas sim como uma relação de ação entre o objeto e o utilizador, ou seja, é através desta que o utilizador consegue presumir o que é que o objeto faz e como utilizá-lo. Normalmente estas ações são intuitivas, um excelente exemplo de uma <i>affordance</i> é a maçaneta clássica na porta, nesta situação o utilizador entende de forma intuitiva que só girando a maçaneta a porta abre.	O termo <i>Signifiers</i> é normalmente confundido com o termo <i>affordances</i> , no entanto em vez de serem relações de ações, são sinais que comunicam onde e como a ação deve ser desempenhada. Por exemplo, a placa de “puxe” ou “empurre” nas portas.

Depois de explorar como o utilizador analisa e observa os objetos, foi necessário refletir sobre o entendimento que os designers têm sobre as necessidades do utilizador, “A moral era simples: nos estávamos a desenhar coisas para as pessoas, por isso precisávamos de entender tanto a tecnologia como as pessoas.”³³ (Norman, 2013, p.7). Posto isto, Norman apresenta um conceito chamado *Human Centered Design*, que tal como o nome indica, coloca as necessidades, capacidades e comportamentos das pessoas em primeiro lugar e só depois, desenvolve um design capaz de responder e abranger essas carências. O seu principal objetivo passa pelo entendimento do ser humano com a tecnologia, para a existência de uma boa comunicação entre o dispositivo e o utilizador,

“Bom Design requer boa comunicação, especialmente desde a máquina até a pessoa, indicando quais ações são possíveis, o que esta a acontecer, e o que esta prestes a acontecer.”³⁴ (Norman, 2013, p.8).

³³ Tradução livre do autor: “The moral was simple: we were designing things for people, so we needed to understand both technology and people.” (Norman, 2013, p7)

³⁴ Tradução livre do autor: “Good design requires good communication, especially from machine to person, indicating what actions are possible, what is happening, and what is about to happen.” (Norman, 2013, p.8)

Estes tipos de pensamentos foram importantes, para esta investigação, no sentido em que ajudam a compreender a influência da funcionalidade, da usabilidade e da forma, no design de um produto.

Do mesmo autor, na obra *Emotional Design* (2004) são apresentados três níveis emocionais de design, sendo eles o visceral, o comportamental e o reflexivo. Estes níveis de design foram desenvolvidos, após a percepção de que a emoção e o cognitivo são aspetos importantes para a tomada de decisões de um ser humano. Sem emoções, a nossa habilidade de tomar decisões seria imparcial, para não falar que estas são responsáveis pela passagem de julgamentos imediata, onde nos presenteiam com informação sobre o mundo (Norman, 2004).



Figura 10 Os três níveis do design de Don Norman
Fonte: Autores

Design Visceral

De acordo com Norman (2004) o nível visceral é o mais básico dos três níveis. Este nível é referente a um mecanismo humano básico, capaz de fazer avaliações rápidas, sobre aquilo que é bom ou mau, enviando a resposta correta para os músculos do corpo. Em design, o nível visceral demonstra uma certa importância por ser a primeira impressão que as pessoas têm sobre o objeto, desta forma uma boa aparência é essencial para despertar uma boa primeira avaliação durante o processo de decisão entre objetos.

Design Comportamental

O nível comportamental é mais comumente associado à usabilidade, visto que, recai sobre toda uma análise de aspetos funcionais e de usabilidade de qualquer produto ou qualquer coisa utilizável presente num ambiente. Este, recai na forma como os utilizadores realizam as suas atividades, na forma como eles conseguem atingir os seus objetivos e que erros cometem ao longo de todo o processo com um novo produto.

Em suma, este tipo de nível permite perceber que tipo de emoções, positivas ou negativas, são obtidas através da utilização dos objetos, ou seja, que sensação obtemos a partir da manipulação de um produto (Norman, 2004).

Design Reflexivo

O nível reflexivo é o mais complexo, este representa uma camada de pensamento consciente, tendo todos os aspetos em consideração. Este nível envolve reflexão de um produto de forma detalhada. Para alguns o nível reflexivo é sobre o significado que os objetos podem ter, ou seja, lembranças ou mensagens que cada pessoa invoca no objeto, através de analogias ou simbologia. Para outros é sobre imagem pessoal, ou seja, o que é que este objeto transmite de mim às outras pessoas.

Desta forma, o Design Reflexivo preocupa-se com a forma dos utilizadores racionalizarem um produto, de acordo com fatores bastante pessoais e subjetivos. Normalmente, a elaboração de *personas*, está associado a este nível de design, visto ser importante obter uma perceção da reflexão de um tipo de pessoas que desejam aquele tipo de produto (Norman, 2004).

Em suma, os princípios em design, para esta investigação, passam, essencialmente, pelo desenvolvimento de um projeto capaz de seguir e compreender a funcionalidade do seu interior, bem como mostrar interesse nas necessidades humanas, sejam estas de uma forma mais funcional ou emocional. Desta forma, irão ser tomados em atenção os princípios abordados anteriormente, para uma melhor compreensão dos utilizadores e elaborar um produto que corresponda às suas expectativas.

2.2.2. A Simbiose do Design e da Engenharia

Durante este trabalho, foi denotado que a tecnologia IoT e os seus dispositivos, têm chamando a atenção do consumidor. Como também, foi igualmente percebido, que os pontos não explorados neste tipo de dispositivos, estão, agora, a ganhar importância por parte de profissionais em áreas distintas, como por exemplo, o Design. Um dos pontos não explorados e que tem o seu valor para o sucesso de qualquer objeto, mas principalmente para um dispositivo IoT ou eletrónico, é a capacidade de produtização. Entende-se como produtização a prática de transformar um serviço ou produto, que tenha sido apenas desenvolvido internamente, em algo, que possa ser realizado até à fase de comercialização, ou seja, apresente um design aprazível, funcional, seja totalmente testado, embalado para ser comercializado (Charlier, 2015).

A necessidade de apontar o design como uma mais-valia para a comercialização de produtos, é importante, na vertente em que são necessárias pessoas que pensem nas carências do consumidor. Desenhar produtos, nunca foi apenas sobre oferecer a melhor opção estética, mas, sim, sobre a tentativa de criar algo que possa oferecer todas as características de um produto funcional, prático e atrativo ao consumidor. Neste sentido, o design preocupa-se não só com a funcionalidade dos produtos, mas também com a sua usabilidade e com a interação entre as pessoas e a tecnologia (Norman, 2013).

A inevitabilidade do uso do design, existe a partir do momento em que a funcionalidade interna cumpre o seu objetivo. A partir desse momento é necessário o desenvolvimento de algo que ajude na venda deste produto, algo que o torne mais amigável, apetecível e facilmente usável para todos os tipos de utilizadores. Isto leva a concluir que a conceção de um dispositivo IoT, ou qualquer outro dispositivo eletrónico, não se baseia apenas nas funcionalidades do seu interior, baseia-se também na usabilidade e na comunicação do seu exterior com o utilizador. Sendo o Design a forma mais simples de tornar todas as funcionalidades, no interior do dispositivo, perceptíveis ao utilizador.

A multidisciplinariedade nesta investigação é um ponto de interesse, visto que parte do projeto já se encontra resolvido. Isto é, a parte relativa ao funcionamento dos dispositivos IoT já se encontra em grande parte executada, ou planeada, pelos engenheiros envolvidos no projeto, partilhando assim, o trabalho, com outra área colaboradora, o design.

A interação e o desenvolvimento de ideias com os envolvidos no projeto, são aspetos de interesse para o designer e para o projeto, visto que só assim é possível entender, partilhar e consolidar ideias e soluções, o que acaba por enriquecer e nutrir todo um processo que beneficiará tanto o produto como o consumidor.

A investigação presente precisa de métodos e fundamentos para continuar a promover uma estratégia ligada à simbiose entre as áreas de engenharia e design, com o objetivo de ambas preencherem os seus pontos negativos.

Consequentemente, é neste momento, que o Design Participativo demonstra a sua utilidade, ou seja, é normal que designers não consigam, ou tenham dificuldades em elaborar um produto de engenharia, da mesma forma que engenheiros não conseguem ou demonstrem dificuldade a desenvolver um produto de design. Ambas as áreas, sozinhas, têm dificuldade no desenvolvimento de um produto que corresponda a todos os aspetos da produtização e seja bem recebido pelo público.

O design participativo defende uma estratégia, que explica a importância de o designer deixar de projetar para as pessoas e começar a projetar com elas, sendo que, estas pessoas são referentes, não só aos utilizadores, mas também a todos os intervenientes no projeto, ou seja, todos aqueles que estejam envolvidos, desde a sua ideia inicial até ao último protótipo. A simbiose entre a área do design e da engenharia, que caracteriza este projeto, não pode ser vista como um problema para a troca, criação de ideias ou falta de soluções. Esta deve ser vista como impulsionadora do projeto, sendo capaz de permitir todo o tipo de troca de informações entre equipas.

Capítulo III- Casos de Estudo

3. 1. Netatmo Válvulas de Radiador Inteligentes por Philippe Starck

O produto abordado, no presente caso de estudo, parte de uma colaboração entre o designer Philippe Starck (1949) e a empresa francesa Netatmo, fabricante de dispositivos domésticos inteligentes. Este produto consiste numa válvula inteligente para radiadores de água, que permite aos utilizadores reduzir a energia de consumo e controlar a temperatura, de diferentes espaços da sua casa, remotamente (Kwiatkowski & Zaboura, 2016).



Figura 11 Termóstato e Válvulas Netatmo
Fonte: Design Boom

Levantamento

Tabela 4 Levantamento dos aspetos da Válvula Netatmo (Boruslawski, 2015)

Ano	2016
Designer	Philippe Starck
Dimensões	80 x 58 mm
Peso	380 g
Custo	77, 99 €
Unidade de Medida de Temperatura	°C (Graus Celcius)
Alimentação	2 pilhas AA

Ideia/ Problemática

A problemática do produto em questão passa pelo consumo energético elevado dos dispositivos de aquecimento em casas. A Netatmo, juntamente, com o designer Philippe Starck (n. 1949), apercebeu-se que os dispositivos de aquecimento, acabavam por consumir muito mais energia, sem os utilizadores, fazerem um proveito digno deste aquecimento. Desta forma, desenvolveram uma válvula inteligente que se pudesse adaptar ao estilo de vida do utilizador, reduzindo o seu consumo de energia.

Funcionalidades

A primeira funcionalidade é a mais apreciada no presente produto, visto que passa pela capacidade de redução de energia no aquecimento da casa. Este faz a realização de um horário de aquecimento, para cada quarto da divisão, que permite salvar energia até 37%, ou seja, através deste horário de aquecimento o utilizador consegue que este dispositivo se adapte à sua forma de vida, regulando, aumentando ou desligando o aquecimento, caso, por exemplo, não se encontre ninguém numa respetiva divisão da casa, ou só se encontre alguém, nesse espaço, a partir de certa hora do dia. A segunda funcionalidade, passa pela deteção de janelas abertas, onde, após detetar corrente de ar, através de janelas abertas no quarto, o produto, desliga automaticamente o aquecimento, para não desperdiçar energia.

A terceira função da válvula inteligente, passa pelo aumento temporário de temperatura a qualquer momento do dia através da utilização da app associada a este dispositivo (Kwiatkowski & Zaboura, 2016).

Recursos

App como controlo remoto

Como qualquer outro Dispositivo IoT, a válvula necessita de um controlo remoto que dite as ordens, neste caso, as ordens são dadas através de uma *App*, associada tanto à válvula como ao termóstato da Netatmo, que permite aceder e comandar os dispositivos instalados em todos os espaços da casa, remotamente, desde que use a internet como ponte de ligação.

Controlo por voz

O controlo por voz neste dispositivo, funciona através do uso de uma *app* fornecida pela Apple, portanto só portadores de *Iphone*, *Ipad* ou *Ipod* é que podem usufruir deste recurso. De qualquer das formas a *Apple HomeKit*³⁵ permite o controlo de cada um dos dispositivos inteligentes em casa a partir do uso da Siri (Kwiatkowski & Zaboura, 2016).

³⁵ Apple Homekit é uma estrutura de *software*, desenvolvida pela Apple Inc., que permite aos utilizadores, comunicar e controlar aparelhos domésticos inteligentes.



*Figura 12 Válvula e App Netatmo
Fonte: Design Boom*

Design

O design das válvulas de Philippe Starck mistura-se perfeitamente com qualquer tipo de interior, tornando-se quase invisível no meio do cenário. Para além disto, é evidenciada a elegância e a simplicidade do design, que facilitam a funcionalidade do produto.

Numa entrevista à revista digital Design Boom, feita por Martin Hislop (2016), Philippe Starck revelou que a origem do design das válvulas partiu do design do termóstato elaborado em colaboração com a mesma empresa, em 2013. Em ambos os designs, Starck foi inspirado nos fluídos e na invisibilidade, ou seja, o ar. Starck afirma que estes designs são uma espécie de tributo ao ar e alguns de seus elementos mais relacionados, visto que ambos os produtos invocam a imagem de um fantasma, pela sua transparência e fluidez. Estes pequenos produtos dão uma elegância e inteligência ao radiador, sendo que cada utilizador pode personalizar o produto, até quatro tipos de cores, diferentes.

Na entrevista, Philippe Starck relata a praticidade tanto da tecnologia como do design das válvulas, afirmando que as válvulas são inteligentes, rápidas e fáceis de usar, num piscar de olhos conseguimos verificar a temperatura e num movimento com o telemóvel conseguimos controlá-la.

Materiais

Relativamente à escolha de materiais para a válvula de radiador, Philippe Starck optou pelo uso de um material que representasse a transparência e fluidez intrínseca na sua imagem de inspiração, o ar. Desta forma, o cilindro translucido foi concebido em plexiglas (acrílico) e as suas ranhuras e anel foram substituídos por uma tela de e-paper³⁶ (Válvula Termostática Inteligente Adicional, s.d.).

Tabela 5 Análise dos Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo da Válvula Inteligente da Netatmo

³⁶ E-paper mais conhecido por papel virtual ou tinta virtual é uma tecnologia que visa imitar o papel convencional numa impressão eletrónica, que pode ser apagada ou alterada a qualquer momento.

Pontos Fortes	Pontos Fracos
Design funcional, prático, intuitivo, aprazível e adaptável a todos os tipos de ambientes	Uso destas válvulas apenas em radiadores de água
Boa problemática, o desperdício de energia no aquecimento das casas	Controlo remoto pela app não funciona sem o uso da internet
Dispositivo funcional para diferentes tipos de espaços permitindo ações distintas	O controlo de voz só é permitido a utilizadores de dispositivos da Apple
Controlo remoto, pela app permite uma acessibilidade mais rápida e funcional	Utilizadores com uma idade avançada podem demonstrar uma certa resistência ao uso do controlo por app e voz
Controlo de voz permite uma rapidez de execução de ações	-----
Controlo de todas as válvulas através de um só comando	-----
Bom uso da inter- usabilidade e interoperabilidade entre a app e as válvulas	-----

Conclusões

O presente caso de estudo permitiu uma análise mais detalhada a um objeto de design, que se insere no âmbito de estudo da investigação. O produto do caso de estudo, partilha o mesmo tipo de tecnologia que o dispositivo de investigação, o que acabou por contribuir para uma melhor análise e estudo de conhecimentos, métodos e inspirações que o designer elaborou ou teve em conta para o desenvolvimento do seu produto. A característica que diferenciou este caso de estudo dos outros foi a preocupação, no design, de tornar o produto simples e adaptável a todo o tipo de cenários que este poderá vir a ser inserido.

A adaptabilidade deste produto tornou-se num bom exemplo para a investigação, visto que é importante elaborar um produto que possa ser inserido em vários tipos de cenários diferentes.

3. 2. Awair Element 2ª Edição

O produto Awair Element tem como objetivo a análise da qualidade do ar interno em tempo real. Este dispositivo IoT, apresenta várias funcionalidades ao mesmo tempo que estuda e adapta melhores formas, para fornecer uma melhor qualidade do ar ao seu utilizador.



Figura 13 Awair Element 2ª Edição
Fonte: Awair

Levantamento

Tabela 6 Levantamento dos aspetos do dispositivo Awair Element (Awair Element, 2022)

Ano	2015
Designer	Sem Informação
Dimensões	160 x 50 x 90 mm
Peso	508 g
Custo	189, 84 €
Posicionamento	O Awair tem de ser posicionado numa zona amplas, com uma linha de vista limpa

Problemática

Tal como o objeto de investigação, a problemática do produto presente neste caso de estudo, passa pela qualidade do ar, visto que, este fator, para pessoas que sofrem de alergias, asma e até problemas de pele como eczema, pode ser determinante para o seu dia a dia.

Recursos

Awair Home App

O dispositivo Awair disponibiliza uma aplicação para os seus utilizadores, da qual fornece algumas noções das suas funcionalidades. O primeiro objetivo da *app* é o armazenamento, exposição dos dados adquiridos pelo dispositivo ao utilizador, como também o controlo deste remotamente. Contudo, este também disponibiliza informações acerca da qualidade do ar no exterior, elabora relatórios diários acerca da qualidade do ar interior da sua casa, para possíveis comparações e análises pelo utilizador e ainda fornece recomendações necessárias para prevenir uma má qualidade do ar (Awair Element, 2022).

Funcionalidades

A funcionalidade principal deste dispositivo é ajudar a manter uma melhor qualidade do ar, ou seja, este produto analisa as pequenas partículas de ar, como se as dissecasse, através de sensores. O dispositivo abordado propõe-se a fazer uma análise até cinco fatores ambientais, que afetam a saúde, esses elementos passam pela temperatura, humidade, dióxido de carbono (CO₂), compostos orgânicos voláteis (COV) e PM2.5³⁷ (Awair, 2019).

Outra funcionalidade relevante, neste dispositivo, é a análise em tempo real e fiel, da qualidade do ar interno. Para mostrar um desempenho fidedigno, este dispositivo, adapta-se a vida dos seus utilizadores, estudando e analisando certos ciclos das suas vidas, por exemplo, quando acordam, deitam, ou até se a utilizadora esta grávida.

Para além de analisar os diferentes elementos existentes no ar, fornecer variadas recomendações, através de uma aplicação e se adaptar ao estilo de vida dos seus utilizadores. O Awair Element também tem como funcionalidade a solicitação da ajuda de outros dispositivos inteligentes, dentro da casa. Através da troca de informações e ações entre dispositivos, é permitido ao Awair intervir no ciclo de ação de outros objetos, para que a saúde do ar prevaleça, por exemplo, caso o ar esteja seco, o Awair pode ativar um humidificador, caso este esteja conectado (Boruslawski, 2015).

³⁷ PM2.5 são partículas em suspensão inferiores a 2,5 micrómetros.

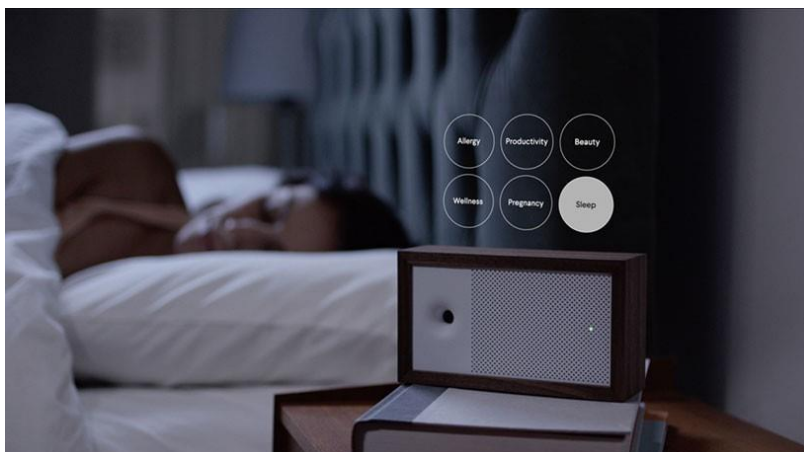


Figura 14 Awair Element mostrando a adaptação ao estilo de vida do utilizador
Fonte: Design Boom

Particularidade- Display

O *display*/ecrã apresenta, a qualidade do ar em tempo real, permitindo uma identificação específica do que existe no ar, sendo que toda a informação envolvente no *display* pode ser controlada através da *app*. Existem quatro modos do display sendo eles o modo *dot light*, o modo *awair score*, modo relógio e o modo temperatura/ humidade (Awair Display Modes, s.d.).

- O modo *Dot Light* apresenta a qualidade do ar corrente, de forma minimalista, através dos níveis de qualidade do ar: boa, aceitável e má, sendo que a luz verde representa a boa, o amarelo a aceitável e vermelha a má qualidade;
- O modo *Awair Score* é o modo padrão, neste aparece o modo *Dot Light* e o valor de cada sensor, ajudando assim a identificar o que pode estar a correr mal no ar, para assim, o utilizador tomar ações imediatas;
- O modo relógio que como o nome o diz, indica o tempo real no *display*;
- Se o utilizador preferir saber sempre os níveis de humidade e temperatura, fatores importantes para a determinação da qualidade do ar, o Awair sugere o modo temperatura/ humidade;
- Caso o utilizador não esteja satisfeito com a luminosidade do *display*, pode sempre alterá-la na *app* do dispositivo.

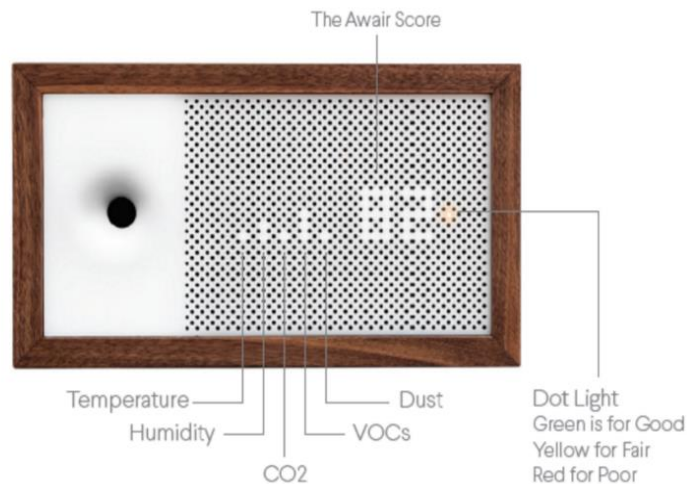


Figura 15 Disposição do Display Awair
 Fonte: Awair Display Modes

Design

Existe uma primeira versão do Awair, contudo, o presente caso de estudo aborda apenas o Awair Element 2ª Edição, onde, são alterados pequenos aspetos como o material. Quanto à sua forma, o design continua o mesmo, sendo inspirado num rádio *vintage* em miniatura, onde o *display* é apresentado pela tela de furos, onde são indicadas as horas e recursos do produto através de luz que saem desses mesmos furos. O designer deste dispositivo não é conhecido, apenas é sabido que foi a equipa Awair que desenvolveu todas as partes do dispositivo (Ansaldo, 2018).

Materiais

Como foi referido brevemente, o presente caso de estudo é a segunda edição de um dispositivo com as mesmas funcionalidades e recursos da Awair. Nesta segunda edição, foram feitas algumas alterações pontuais na sua estrutura tecnológica, mas a grande diferença foi feita no design do dispositivo, simplesmente pela mudança do material no seu invólucro. Na primeira edição do dispositivo da Awair, o material usado no seu design era o plástico, mas com a tentativa de tornar o dispositivo mais acolhedor, o contorno deste passou a ser feito em madeira de nogueira norte americana (Awair Support, s.d.).

Tabela 7 Análise de Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo Awair Element da Awair

Pontos Fortes	Pontos Fracos
Problemática explorada pertinente para a investigação	Controlo manual de On/Off é pouco perceptível no produto
Design atrativo e intemporal, inserindo-se perfeitamente num ambiente de uma casa do século XXI	Display com furos e luzes, por vezes é de difícil perceção
Controlo remoto, pela <i>app</i> permite uma acessibilidade mais rápida e funcional	-----
Bom uso da inter- usabilidade e interoperabilidade entre a <i>app</i> e o dispositivo	-----
Uso de materiais diversificados	-----
Bom uso da tecnologia IoT	-----

Conclusões

O presente caso de estudo permitiu entender e analisar um produto com as mesmas características estruturais e de conceito, que o produto abordado em investigação. Durante a realização deste, foi possível examinar e entender aspetos que cabe ao designer intervir, como o caso do *display* com furos e luzes, que dificulta um bom desempenho do produto com o utilizador.

De forma geral este caso de estudo tornou-se num bom exemplo para a investigação, acabando assim por simplificar o entendimento de certos fatores, sejam estes na área do design ou na área da tecnologia, de maneira a facilitar toda a comunicação existente entre o produto e o utilizador.

3. 3. Sense Alarme Inteligente do Studio Hello

Sense é um alarme inteligente e um sistema de pesquisa que monitoriza o comportamento de sono tanto do seu utilizador como do ambiente em seu redor, criado pelo Studio Hello de São Francisco em 2014.

A Sense é o primeiro sistema que combina o entendimento dos padrões de sono com os dados do ambiente no quarto, incluindo luz, temperatura, ruído, humidade e partículas do ar. Este tem incorporado um alarme inteligente, que tem como objetivo acordar o utilizador na altura certa, de acordo com o ciclo de sono, do utilizador, para evitar sensação de atordoamento. Este produto está disponível com o uso da *app* para iPhone e Android (Caula, 2014).



Figura 16 Sense pelo Studio Hello
Fonte: Design Boom

Levantamento

Tabela 8 Levantamento de aspetos do produto Sense (Hello, 2015)

Ano	2014
Designer	Studio Hello
Dimensões	25 x 25 x 25 mm
Peso	0,39 g
Custo (Sense + Sleep Pill)	89,86 €
Alimentação	1 Bateria CR5 (incluída)

Problemática

A problemática associada a este produto tenta resolver a questão da qualidade do sono. A equipa verificou que o uso da tecnologia, apesar de benéfica em muitos aspetos, pode

formar grandes privações para o sono, desta forma o produto Sense utiliza a tecnologia IoT para garantir a melhor qualidade de sono possível ao utilizador (Caula, 2014).

Recursos

O Sistema Sense inclui:

- Um dispositivo de design que se coloca na mesinha de cabeceira, para monitorizar as condições tanto do ambiente do quarto como do utilizador;
- Um pequeno sensor de monitorização do sono, chamado *sleep pill*, que se coloca num canto da almofada;
- Uma aplicação de telemóvel que ajuda a analisar e controlar estes dispositivos.

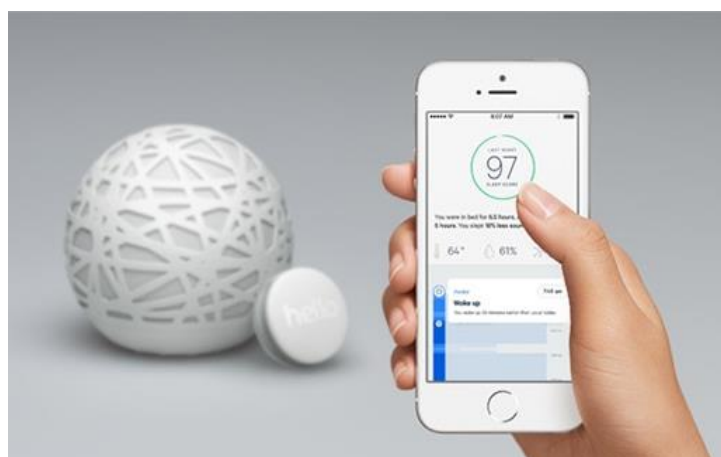


Figura 17 Dispositivo Sense com todo o seu sistema
Fonte: Kickstarter

Funcionalidades

Sleep Score

Esta funcionalidade retém e analisa todos os dados e variáveis dos sensores que monitorizam o sono, gerando uma pontuação de 0 a 100 de acordo com a noite anterior. Este produto analisa tanto o ambiente do quarto, como os distúrbios durante a noite, interrompendo assim o ciclo de sono e baixando a pontuação da sua noite de sono. De forma simples, este recurso permite pegar nas informações retidas através dos sensores e pontuá-las de 0 a 100, para assim o utilizador perceber o que aconteceu de bom e de mau durante a noite e dar oportunidade de as corrigir.

Sleep Pill

O produto Sense vem juntamente com um pequeno dispositivo chamado *Sleep Pill*, este consiste num pequeno sensor de monitorização do sono, que se une à almofada, analisando cada movimento que o utilizador tem durante o seu ciclo de sono, partilhando todas as informações obtidas com a *app* do produto.

Este pequeno dispositivo não precisa de ser carregado, pois a sua bateria dura todo o ano, e se alguma vez se esquecer deste na sua almofada, enquanto a lava, o *Sleep Pill* é à prova de água. Para o caso de utilizadores que não dormem sozinhos, o *Sleep Pill* não confunde os movimentos de sono do utilizador com o da outra pessoa, este deteta e monitoriza apenas o sono da pessoa que dorme com a almofada que contém o *Sleep Pill*.



Figura 18 Dispositivo Sleep Pill
Fonte: Kickstarter

Smart Alarm

Todas as pessoas têm um ciclo natural de sono, contudo um alarme comum irá despertar, independentemente do ciclo de sono do utilizador esta forma, o alarme inteligente irá saber a hora mais adequada para despertar.

Com o dispositivo *Sleep Pill* a monitorizar o sono do seu utilizador, o dispositivo vai receber a informação de quando se começa a mexer naturalmente, o que é indício de que está pronto para acordar, fazendo com que o alarme o desperte. Obviamente isto só funciona se o utilizador tiver programado o despertador para o acordar dentro desse horário. Tomemos como exemplo, um utilizador que tem alarme para as 09h 30, contudo começa a despertar as 09h 15, o alarme inteligente, vai receber essa informação e acordá-lo as 09h 15 permitindo assim que acorde na hora certa do seu ritmo de sono. Para além disto, o Alarme Sense contém um altifalante que reproduz os sons de alarme que acordarão o utilizador (Hello, 2015).

Funcionamento

Sensores

Este dispositivo contém vários sensores que ajudam na melhoria de uma noite bem dormida. Esses sensores são capazes de captar o ambiente de todo o quarto, desde o seu ruído, temperatura, humidade, luz e até partículas de ar.

- Sensor de Luz Ambiente: Tendo em conta que a luz é essencial para uma boa noite de sono, este sensor ajuda a monitorizar e alertar o consumidor para certos níveis de luz no quarto;
- Sensor de Temperatura e Humidade: Estes sensores são capazes de detetar a temperatura e humidade durante o dia, no quarto, para assim ajudar o dispositivo a aprender e a analisar sob que circunstâncias e condições o utilizador dorme melhor;
- Sensor de Partículas: Partículas de ar por mais pequenas que possam ser, demonstram ser grandes obstáculos para pessoas com alergias nasais. Desta forma, este sensor deteta este tipo de partículas, analisando-as e alertando o utilizador da sua existência, para este tomar medidas e assim, possivelmente, ter uma boa noite de sono (Hello, 2015).

Design

Em termos estéticos, a equipa decidiu que faria sentido projetar algo que encaixasse em qualquer tipo de ambiente, não acrescentando nem retirando nada ao espaço, apenas existisse com o ambiente de forma natural, funcionando apenas para oferecer a melhor noite possível ao utilizador, enquanto se mascara com o cenário comum de um quarto.

Com o intuito de aliás a estética a uma melhor funcionalidade, foi determinado que a concha exterior do objeto serviria de proteção a todos os sensores internos, envolvendo-os numa espécie de malha acústica, para, assim, todo o seu interior ficar protegido e escondido, do mundo exterior. Este produto está disponível em duas cores, o branco e preto, onde a luz superior, verde, vai desaparecendo lentamente, após o seu uso (Hello, 2015).

Materiais

O Studio Hello nunca fez uma análise detalhada aos materiais e técnicas de manufatura que utilizaram para a conceção do dispositivo Sense, contudo referiram em 2015 no *website* Kickstarter que o invólucro do dispositivo é feito em policarbonato e uma malha acústica, que envolve todo o interior do produto Sense.

Tabela 9 Análise de Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo Sense do Studio Hello

Pontos Fortes	Pontos Fracos
Design funcional, aprazível e discreto	Utilizadores podem não encontrar utilidade no produto
Versátil em vários tipos de ambientes	Luz verde não é a mais adequada para um ambiente calmo e relaxante
Recursos úteis e proveitosos para o utilizador	-----
Boa inter- usabilidade e interoperabilidade entre dispositivos e <i>app</i>	-----
Controlo por <i>app</i> , torna a utilização do dispositivo mais acessível	-----
Dispositivo Sleep Pill ser à prova de água	-----
Tamanho prático	-----

Conclusões

O presente caso de estudo tornou-se num exemplo pertinente por duas características. A primeira passa pela adaptabilidade do produto a vários tipos de cenários, tornando-o bastante versátil e, portanto, comerciável para todo o tipo de pessoas e dos seus espaços. A segunda, é referente ao pensamento de design, também abordado na presente investigação, onde é explicada a falta de design que os dispositivos eletrónicos de hoje possuem, sendo que o Studio Hello se desafiou a elaborar um produto funcional, que vê o design como ponto essencial na criação de produto a ser comercializado.

3. 4. PorceLan pela Rosenthal

A existência de *routers* num cenário de uma casa do século XXI é uma necessidade cada vez mais presente na vida da maior parte das pessoas no mundo. Contudo este objeto raramente foi considerado uma peça de decoração e funcionalidade perante todos os outros objetos presentes no design de interiores de uma casa. O *router* apesar de ser um objeto bastante requerido, foi desacostumado dos aspetos do design exterior, levando as pessoas tentarem esconder este objeto, que faz parte da vida quotidiana dos utilizadores. Desta forma, a Rosenthal, empresa alemã de produção de objetos de porcelana, decidiu reconhecer esta problemática e desenvolver, juntamente com os designers Simon Jasper Philipp (S/D), Florian Ludwig (S/D), Ferdinand Povel (S/D) e Haiko Meyer (S/D) o PorceLan, o primeiro router que é um vaso de porcelana (Povel, 2016).



*Figura 19 PorceLan da Rosenthal
Fonte: Design Boom*

Levantamento

Tabela 10 Levantamento dos aspetos do router PorceLAN (Povel, 2016)

Ano	2016
Designer	Simon Jasper Philipp, Florian Ludwig, Ferdinand Povel e Haiko Meyer
Dimensões	218 x 311 x 218 mm
Peso	508 g
Custo	Sem informação

Ideia/ Problemática

A ideia base deste projeto passa pela resolução de uma necessidade comum, encontrada nas habitações do século XXI. Na perspetiva da Rosenthal, os *routers* de plástico sem relevância nos aspetos estéticos, com luzes que piscam e cabos por todo o lado. Neste sentido, os criadores do produto afirmaram o seguinte, “Mas vamos ser sinceros: apesar de todos usarmos *routers*, não estamos orgulhosos do seu design e por isso tentamos esconder estas coisas de plástico no canto mais escuro do nosso apartamento.”³⁸ (Povel e Meyer, 2016) citado por (Rodgers, 2016)

Funcionalidades

Tendo em conta que o objeto é um router, a sua principal e única funcionalidade é a conexão de vários e distintos dispositivos à internet .

Funcionamento e Design

O produto PorceLan é um *router* convencional e moderno, com toda a tecnologia inserida num vaso de flores. O PorceLan usa a elegância tanto dos materiais como da forma de um vaso decorativo para mascarar um dispositivo eletrónico, que normalmente as pessoas tentam ocultar num canto na sua casa.

Desta forma, este produto é dividido em duas partes, na parte inferior insere-se um *router* comum, e na parte superior é inserido água e flores como um vaso comum, elegante e muito mais apazível para um ambiente doméstico. Estas duas partes são unidas através de um íman, sendo que a utilização da água na parte superior do vaso, não traz qualquer problema ao equipamento técnico no inferior do vaso.

O *router* PorceLan não apresenta uma forma comum, o seu design foi inspirado no conhecido símbolo da WiFi, indicando de forma inteligente e subtil o propósito do produto (The first vase to go online with, s.d.).³⁹

³⁸ Tradução livre do autor: Routers. We all know them. We all use them. But let's be serious: we all are not very proud of them and so we try to hide these dusty plastic things in the darkest corner of our flat.”

³⁹ Acedido pela última vez a 11/11/2022, fonte: <https://www.forthjury.de/porcelan/>



Figura 20 Duas partes Do PorceLan, (Router e Vaso)
Fonte: Design Boom



Figura 21 Base do Router PorceLan
Fonte: Design Boom

Materiais

Tanto a Rosenthal, como os designers não referenciaram o motivo da escolha dos materiais e das técnicas de manufatura, apenas mencionaram que a concepção do vaso foi feita à base de porcelana, onde as suas partes medianas eram unidas através de íman. Contudo é denotado que o uso da porcelana, neste tipo de dispositivo, permitiu trazer elegância, sutileza e inovação, sem ter de utilizar o regular plástico.

Tabela 11 Análise de Pontos Fortes e Fracos do caso de estudo PorceLan da Rosenthal

Pontos Fortes	Pontos Fracos
Boa problemática	É mais indicado a cenários domésticos e não outros tipos de cenários, como hospitais, escolas, entre outros.
Uso de materiais diversificados	Materiais mais frágeis e caros, que os <i>routers</i> convencionais.
Design atrativo, simples e funcional	
Boa disposição, no produto, da informação detalhada sobre o <i>router</i>	
Preocupação com o posicionamento de cabos e fios, para melhor organização	
Variados tipos de tamanhos	

Conclusões

O presente caso de estudo tornou-se num interessante exemplo de justificação do pensamento em design, em relação à falta de preocupação com o design de dispositivos eletrónicos num cenário habitacional. Através deste produto foi possível identificar que a emoção e a estética também são fatores bastante importantes na fase de decisão de compra dos consumidores. Com a análise deste produto foi possível entender que os designers responsáveis e os consumidores, perceberam que a funcionalidade dos produtos é importante, mas que a aparência também tem o seu parecer. Para além do pensamento e problemática abordados neste produto que se tornaram exemplos pertinentes para a investigação, no sentido em que é procurado atender as necessidades do consumidor, sejam elas funcionais ou estéticas, foi possível denotar a importância pelo uso de materiais mais diversificados e menos convencionais ao produto.

3.5 Tabela comparativa dos Casos de Estudo- Aspetos de Design

A presente tabela comparativa tenciona avaliar e comparar, os casos de estudo explorados, a partir de seis aspetos considerados importantes para a investigação:

1. O primeiro ponto é referente à viabilidade do projeto ou produto, ou seja, explorando a problemática ou ideia do caso de estudo, irá ser determinado se estas são relevantes, demonstrando ter algum peso para a sociedade, para o consumidor ou para esta investigação em questão;
2. O segundo ponto, da tabela, passa pela estética do objeto, ou seja, se este é considerado agradável ou desperta algum interesse de acordo com os princípios de design, abordados anteriormente na investigação;
3. O terceiro ponto refere-se à forma como o objeto é utilizado, ou seja, se este é intuitivo e prático. Neste ponto pretende-se perceber, através de apenas imagens e dados obtidos, se o consumidor tem algum prazer ou facilidade de uso com o objeto do caso de estudo;
4. O quarto ponto é referente à adaptabilidade que o produto apresenta em diferentes espaços e consumidores, visto que é procurado um bom exemplo de design que possa servir ao maior número de pessoas possíveis;
5. O quinto aspeto e último refere-se ao custo.

Tabela 12 Comparação dos Casos de Estudo

Design	Válvula Netatmo	Element Awair	Sense Studio Hello	PorceLAN Rosenthal
1º Viabilidade	Sim	Sim	Sim	Sim
2º Estética	Sim	Sim	Sim	Sim
3º Usabilidade	Sim	Não	Sim	Sim
4º Adaptabilidade	Sim	Sim	Sim	Não
5º Custo	Sim	Não	Sim	Sem informação

Ao analisar a tabela 12 foram comparados os casos de estudo e percebido as vantagens e desvantagens entre eles.

Os casos de estudo apresentados, demonstram ter respondido, positivamente, ao primeiro ponto, referente à viabilidade, uma vez que as suas problemáticas, revelaram ter pontos em comum com a problemática de investigação. Analisando o segundo ponto, é confirmada, também, uma resposta positiva dos casos de estudo, sendo verificado pontos de inspiração para o estudo presente.

Quanto à usabilidade, é denotado, que um dos casos, apresentou ser um mau exemplo, dado que a forma como este interage com o utilizador não é clara. Os casos de estudo presentes são caracterizados pela sua adaptabilidade a ambientes distintos, contudo o último, relativo à PorceLan da Rosenthal, evidenciou ser mais indicado para ambientes domésticos. O ponto referente ao custo demonstrou ser um passo de diferenciação entre estes, uma vez que, um dos exemplos, apresenta um custo elevado e o outro não contém qualquer informação.

Podemos assim constatar, que apesar de todos os casos de estudo serem bons exemplos para a investigação, apenas dois se destacaram, correspondendo a todos os pontos estipulados.

Capítulo IV- Desenvolvimento do Projeto

4.1 Inquérito aos Utilizadores

Com o objetivo de obter informação fundamentada e credível da opinião de possíveis consumidores, foi proposto a elaboração de um inquérito à população, com um total de 16 questões.

Foram colocadas diferentes tipos de questões, tentando abranger vários assuntos, dentro do âmbito de estudo; o design de dispositivos que monitorizam a qualidade do ar. De forma a alcançar um resultado fidedigno, de maneira eficiente e rápida, foi proposto um objetivo mínimo de 50 pessoas, num prazo de 3 semanas. A divulgação do inquérito foi elaborada através da partilha, na plataforma “Google Forms”, do qual foi permitido um preenchimento eficaz por parte do utilizador e uma observação dos resultados mais organizada e efetiva.

Tendo em conta que o tema e produto de estudo, estão inseridos num projeto desenvolvido pelo Instituto Politécnico de Viana do Castelo e as questões foram lançadas ao público em geral, o início do inquérito consistiu num breve resumo explicativo do projeto e da temática de estudo, a Internet das Coisas. Após o sumário, o inquérito dividiu-se em três partes, sendo que a primeira insere-se na temática de estudo, a Internet das coisas e na atividade RnHealthTECH, a segunda parte é mais direcionada ao teste de conceito, para tentar perceber o interesse do público em produtos IoT e na possível compra do produto do mesmo âmbito. Quanto à terceira e última parte, foi focada no design, abrangendo aspetos desde a estética, funcionalidade e materiais.

Todo o processo de inquérito permitiu, não só, entender a perspetiva do consumidor em relação ao projeto, à tecnologia usada e ao produto em questão, como também inserir as suas perspetivas e evitar erros averiguados em produtos já no mercado.

Idade

69 respostas

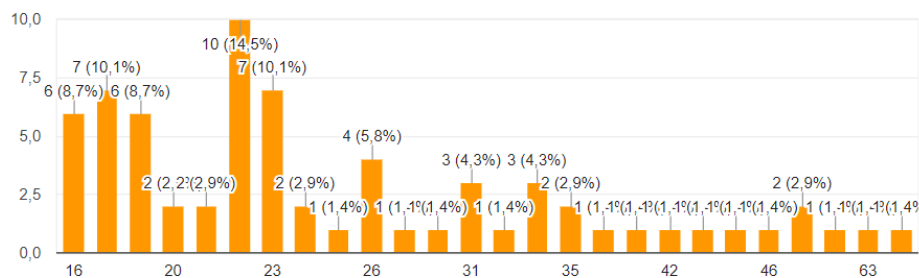


Figura 22 Gráfico de resposta relativo a questão "Idade"

Fonte: Autores

Numa fase introdutória foi pedido a 69 consumidores, a identificação da sua faixa etária de forma a verificar a variedade do espectro de idades. Desta forma, verificou-se que houve uma grande variedade de idades nas respostas, sendo que os consumidores mais novos, apresentam 16 anos e os mais velhos 71 anos de idade. Para além desta observação é notório que as pessoas que mais aderiram a este questionário passam por sujeitos com idades compreendidas, entre os 16 e 23, dos quais, cerca de 14, 5 % da percentagem total, ou seja, a maior percentagem do questionário, pertence as pessoas com 22, seguido pelos consumidores de 17 e 23 anos, com 10,1 % da percentagem.

Gênero

69 respostas

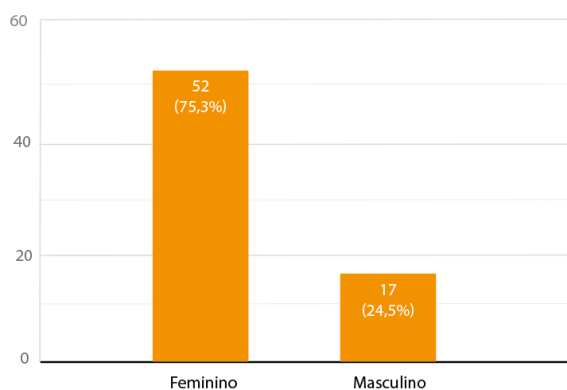


Figura 23 Gráfico de respostas relativo a questão "Gênero"

Fonte: Autores

A segunda questão é relativa ao género do consumidor e é possível analisar que cerca de 52 participantes (75,3%) são do sexo feminino e 17 (24,5%) são do sexo masculino. Assim é possível verificar que o género predominante nos participantes, é o feminino.

Já conhecia o projeto Rn.Health.TECH?

69 respostas

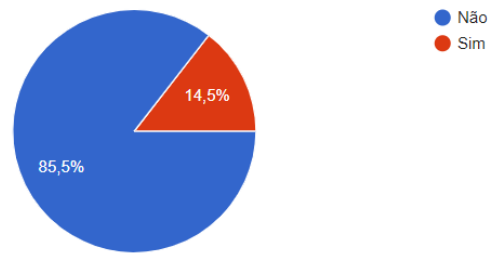
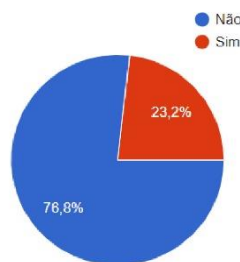


Figura 24 Gráfico relativo a questão sobre o conhecimento da atividade RnHealthTECH
Fonte: Autores

Finalizando a fase introdutória do inquérito passamos para a fase de conhecimento do projeto e da tecnologia IoT. Na presente questão foi possível analisar que cerca de 85,5% dos participantes do questionário, ou seja, mais de metade dos utilizadores, não conhece a atividade RnHealthTECH, o que é considerado normal, visto que este pertence a um grupo de projetos do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Conhecia o termo IoT, Internet das Coisas?

69 respostas



Possui algum dispositivo IoT? Se sim pode indicar qual e a sua funcionalidade?

69 respostas

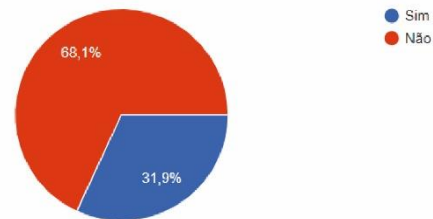
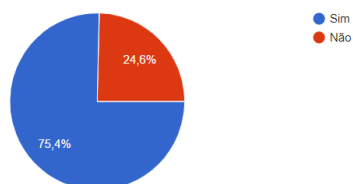


Figura 25 Gráficos relativos aos resultados das questões sobre o conhecimento da tecnologia IoT e disposição de algum dispositivo IOT
Fonte: Autores

Os gráficos acima apresentados, são referentes às respostas das questões sobre o conhecimento da tecnologia IoT e dos seus dispositivos. Após a análise concretizada, foi possível perceber que grande parte das pessoas, não conheciam a tecnologia IoT (76,8%) e também não possuem nenhum tipo de dispositivo com a mesma tecnologia (68,1%).

No futuro, acha que as atividades simples do dia a dia de um ser humano vão estar dependentes do uso de um ou vários dispositivos IoT?

69 respostas



Acha que a maior parte da população abraçará esta tecnologia?

69 respostas

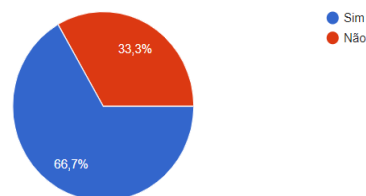
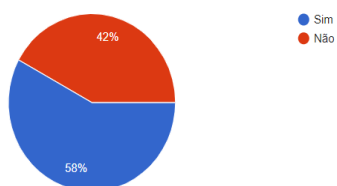


Figura 26 Gráficos relativos as questões sobre perspectivas futuras em relação a tecnologia IoT e seus dispositivos.
Fonte: Autores

Os gráficos representados, são referentes às perspectivas futuras, dos consumidores, em relação à tecnologia IoT e seus dispositivos, onde cerca de 75,4% das pessoas que realizaram o inquérito, acreditam que as atividades do dia a dia estarão dependentes do uso de dispositivos IoT, bem como, cerca de 66,7% concordam que a maior parte da população abraçará este tipo de tecnologia.

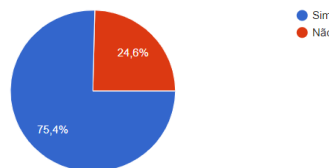
Já tinha pensado sobre a falta de qualidade do ar no interior dos edifícios?

69 respostas



Tem interesse num dispositivo que tem como principais funções a medição da qualidade do ar interior?

69 respostas



Conhece algum tipo de dispositivo que partilhe as mesmas funcionalidades? Se sim pode indicar o nome?

68 respostas

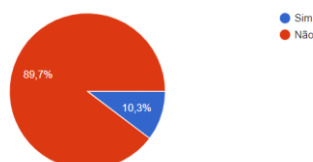


Figura 27 Gráficos relativos as questões sobre o conhecimento do tema da tecnologia IoT.
Fonte: Autores

Relativamente ao conhecimento e consciencialização dos consumidores em relação ao tema da tecnologia IoT, foi questionado às pessoas, sobre a viabilidade do tema do projeto em questão, bem como o desenvolvimento do produto abordado. Após a análise percebeu-se que cerca de 58% das pessoas, já tinham pensado na problemática que abrange a atividade RnHealthTECH, provando a viabilidade da problemática de estudo. Para além disto, das pessoas inquiridas 75,4% afirmaram que teriam interesse na aquisição do produto de estudo, legitimando, também a exequibilidade do produto em questão. Finalizando, como forma de esclarecimento acerca de produtos concorrentes, foi questionado, aos consumidores, sobre o seu conhecimento em produtos que

desempenhassem a mesma função do objeto de estudo, onde, cerca de 89,7 % das pessoas, responderam, que não tinham qualquer conhecimento de produtos do mesmo âmbito.

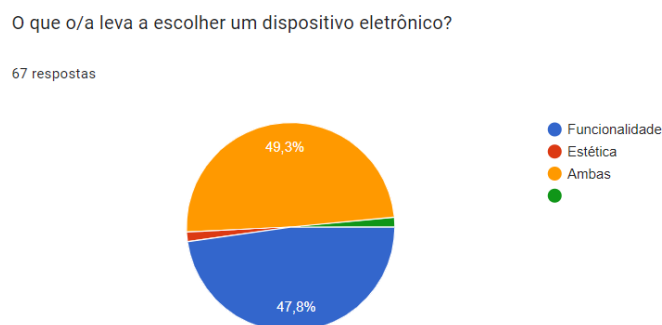


Figura 28 Gráfico relativo a questão sobre o design de dispositivos eletrônicos
Fonte: Autores

O gráfico representado, trata das questões relacionadas com o design de dispositivos eletrônicos, com o objetivo de entender o ponto de vista dos consumidores, em relação ao âmbito de estudo. Após a análise do gráfico presente, foi possível verificar que cerca de 47,8 % das pessoas, escolhem um dispositivo eletrônico baseado na sua funcionalidade e a 49,3% afirma que fazem a sua escolha baseada em ambas as possibilidades, a funcionalidade e estética.

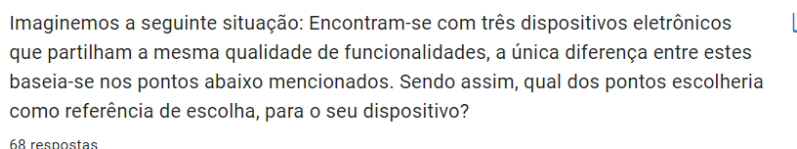
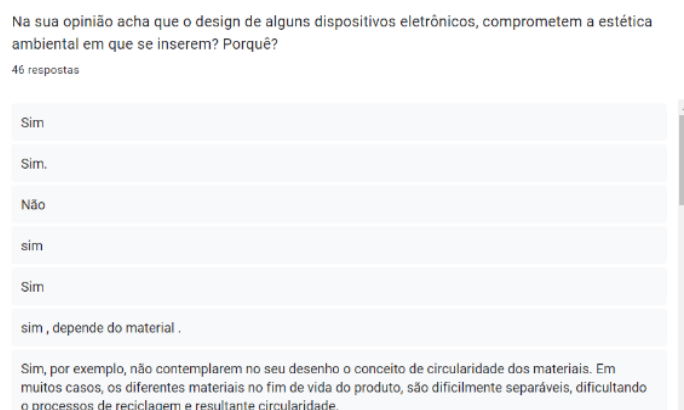


Figura 29 Gráfico relativo a questão de diferentes escolhas no design de dispositivos iguais em função
Fonte: Autores

Na questão representada na figura 15, é exposto o exemplo de uma situação, no qual o consumidor tem de escolher a opção que considera mais correta. As opções exploradas foram escolhidas com o objetivo de perceber que tipo de valores os consumidores acham mais importantes durante a compra de dispositivos com as mesmas funcionalidades. Após a análise destes dados foi possível concluir que mais de metade, cerca de 76,5%, dos utilizadores, compreendem que a usabilidade e a facilidade de uso são dos aspetos mais relevantes na hora de tomada de decisão em produtos parecidos.

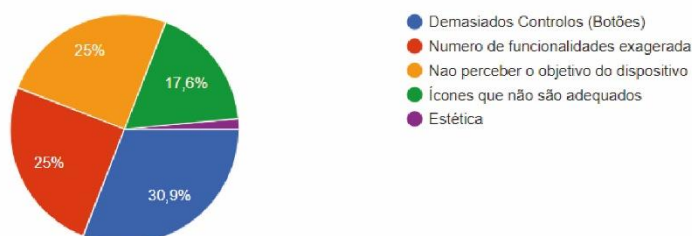


*Figura 30 Grupo de imagens referente a questão sobre o impacto do design na estética ambiental
Fonte: Autores*

A figura 30, representa a questão e as respostas sobre o tema do design, referente à perturbação da estética ambiental que alguns dispositivos eletrônicos produzem. Os consumidores escreveram na forma de resposta por extenso, tornando complicado a obtenção de estatísticas precisas. Contudo das 32 respostas obtidas, cerca de 27 pessoas concordaram com o facto de que o design influencia e às vezes compromete a estética ambiental.

O que acha mais problemático no design de dispositivos eletrônicos?

68 respostas



*Figura 31 Gráfico relativo a questão sobre possíveis problemas no design de dispositivos eletrônicos
Fonte: Autores*

No gráfico da figura 17 são apresentados os dados obtidos sobre a questão de possíveis problemas no design de dispositivos eletrônicos. Os dados obtidos tiveram estatísticas bastante aproximadas umas das outras, contudo o valor mais alto, relativo aos problemas encontrados no design de dispositivos, pertence à opção de demasiados controlos, o que leva a concluir, que a variedade de “botões” num dispositivo, tem de ser ponderada, de modo que todos eles sejam acessíveis para os utilizadores.

Que tipo de interação com o dispositivo acha mais interessante para a implementação de um dispositivo eletrônico?

68 respostas

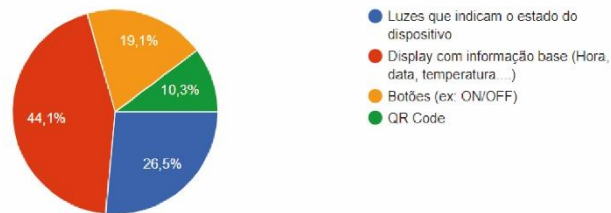


Figura 32 Gráfico relativo a questão sobre possíveis interações no dispositivo em questão
Fonte: Autores

A figura 18 é relativa à questão sobre possíveis sugestões no dispositivo. O objetivo desta questão consistiu na integração dos consumidores para a criação dos dispositivos. Sendo que a opção mais votada (44,1%) passa pela inserção de um display com informação base no produto. Infelizmente, esta sugestão não será realizada devido a um enorme consumo elétrico do produto.

Tendo em conta os dispositivos eletrônicos de hoje, o que acha que falta para uma melhor experiência entre o dispositivo e o utilizador?

68 respostas

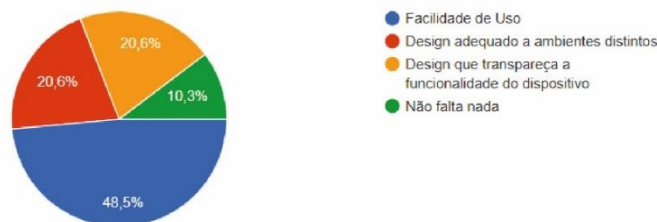


Figura 33 Gráfico relativo a questão de certas lacunas no design de dispositivos eletrônicos
Fonte: Autores

O último gráfico é relativo à questão, sobre sugestão de melhoramento da experiência do utilizador. Os dados apontaram que, grande parte dos utilizadores, 48,5%, optou pela opção relativa à facilidade de uso. Apesar da opção selecionada, todas as outras foram tidas em consideração para uma melhor elaboração possível de um dispositivo IoT.

4.2. O AirRnSense

Partindo da problemática de estudo, o projeto em questão, iniciou com a elaboração de um protótipo que pudesse monitorizar a presença de gás radão num ambiente interior. Após o aprofundamento das matérias estudadas no projeto, a equipa chegou à conclusão de que outros componentes podiam ser inseridos na problemática de estudo.

No início do desenvolvimento do invólucro dos dispositivos, a equipa de engenheiros tinha pensado em conceber três protótipos. Sendo, que o primeiro dispositivo seria composto pelo sensor de análise e monitorização da existência de gás radão e da qualidade do ar, o segundo dispositivo constituído pelos sensores relativos à análise de CO₂, temperatura e humidade relativa, fazendo assim a análise desses mesmos fatores e o terceiro dispositivo formado por uma câmara de infravermelhos capaz de analisar a quantidade de pessoas existentes numa sala. Este plano acabou por sofrer algumas alterações, uma vez que decidiram adotar um formato modular, onde o seu interior é dividido por *Layers*, ou placas PCB, capazes de se acoplarem e desacoplarem, conforme o desejo do utilizador.

Com o desenrolar da investigação, sucedeu a necessidade de eleger um nome para os protótipos em questão. Posto isto, cada membro da equipa sugeriu nomes, utilizando como inspiração funcionalidades e objetivos dos dispositivos, que foram mais tarde levados a votação, chegando à conclusão que AirRnSense seria a melhor opção.

Este capítulo, de estudo de campo, foi elaborado a partir da ajuda e conhecimento de alguns membros da equipa, sobre o projeto em questão. A equipa constituída para a atividade RnHealthTECH é composta pelos seguintes membros:

Tabela 13 Membros da equipa da atividade RnHealthTECH

Nome	Função	Área de Formação
Sérgio Ivan Lopes	Investigador Responsável	Engenharia Eletrónica
Ana Currálo Gonçalves	Investigadora	Design
António Curado	Investigador	Engenharia Civil
Paulo Barros	Bolseiro	Cibersegurança/ Redes e Sistemas de Computadores/ Engenharia Civil

4.2.1. O Interior dos dispositivos

Como foi abordado previamente, o interior dos dispositivos é formado por módulos, que por sua vez, são constituídos por *Layers*, ou seja, por placas PCB.

Estes três módulos, dos quais são constituídas *Layers*, com sensores que fornecem as respectivas funcionalidades, foram desenvolvidos pela equipa de engenharia.

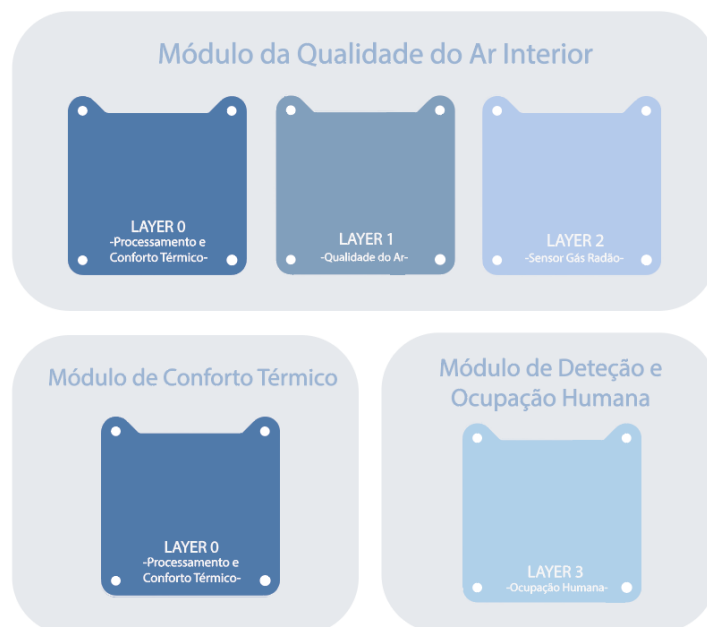


Figura 34 Representação dos Três Módulos e Respetivos Layers
Fonte: Autores

Ao longo da fase de trabalho de campo e das suas reuniões, o projeto, os módulos e placas sofreram algumas alterações, porém, tudo se resumiu ao seguinte:

O primeiro módulo é denominado de Módulo da Qualidade do Ar Interior e é formado pela *Layer 0*, que consiste na placa de processamento e sensores relativos ao conforto térmico, pela *Layer 1*, placa que compreende sensores relativos à qualidade do ar e a *Layer 2* que confere o sensor do gás radão.

O segundo módulo é chamado de Módulo de Conforto Térmico e é constituído, mais uma vez pela *Layer 0*, placa referente ao processamento e sensores relativos ao conforto térmico. Este módulo, inicialmente, não existia, sendo que a sua *Layer* estava inserida no primeiro módulo. Prontamente, a equipa decidiu que faria mais sentido a singularidade, deste módulo, para dar mais oportunidade de escolha ao utilizador, caso este não pretenda as características presentes nas *Layers 1* e *2*. Sendo assim, o módulo de conforto térmico, apenas existe, na sua singularidade, caso o primeiro módulo não seja requisitado pelo utilizador.

O terceiro módulo é designado de Módulo de Detecção e Ocupação Humana e é composto pela *Layer 3* que consiste na placa de sensores relativos à deteção e ocupação humana e processamento.

Devido à constante evolução dos dispositivos no nível técnico, a equipa de design optou por encerrar as propostas para mais alterações, na reunião de dia 15 de fevereiro de 2023 (ver apêndice 10.4.2), devido à necessidade de continuidade do projeto.

4.2.2. As Placas

O interior dos módulos é constituído por *Layers*, que por sua vez são representados pelas placas PCB e respetivos sensores. As placas servem, essencialmente, para fixar e conectar eletricamente sensores, sendo que é através destas e dos seus “caminhos” elétricos que se dão as partilhas de “informações” de vários pontos do circuito. Em adição, estas podem ter variadas formas, de modo a satisfazer as necessidades, tanto dos componentes aí apetrechados, como do produto final, no qual a placa vai ser inserida.

As placas PCB, são uma parte determinante na forma e tamanho do produto, ainda mais, quando o planeamento para a estrutura do protótipo passa pela acoplação destas em cima do sensor do gás radão, através de espaçadores, determinando assim o tamanho dos módulos. Nas primeiras reuniões com a equipa, as placas PCB, apresentavam uma forma mais arredondada, imitando a forma superior do sensor do gás radão, contudo, de maneira a garantir mais espaço aos sensores inseridos na placa, esta passou a ter uma forma quadrada. As medidas finais das placas PCB são 70 mm de comprimento e lado.

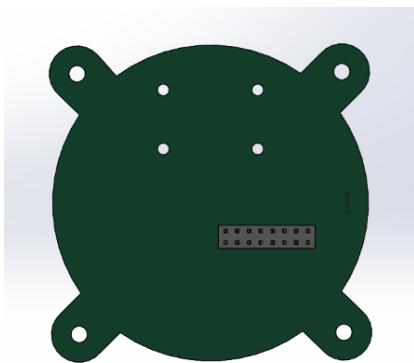


Figura 35 Placa PCB Inicial, com formato arredondado
Fonte: Paulo Barros

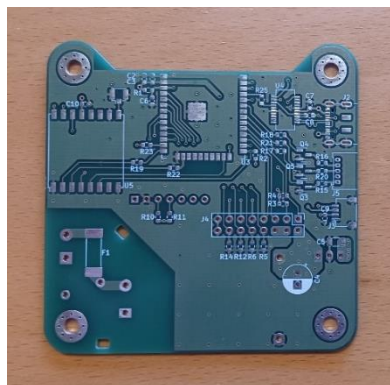


Figura 36 Placa PCB Final, com formato quadrado
Fonte: Paulo Barros

4.2.3 Módulo Qualidade do Ar Interior

O primeiro módulo (figura 38) é referente à qualidade do ar interior e tem como objetivos a medição e análise da temperatura, humidade, gases COV, CO₂ e gás radão. De modo a garantir a funcionalidade do interior modular, três placas PCB, com respetivos sensores, são sobrepostas ao sensor do gás radão, unidas através de espaçadores, garantindo, a montagem e desmontagem das placas no interior, conforme a necessidade de aquisição do consumidor.

Durante a fase inicial, da conceção técnica dos módulos, foi considerada a elaboração de apenas dois módulos, contudo, após uma reunião de equipa, verificou-se que esta união, podia não corresponder às necessidades de alguns utilizadores. Acabando por tornar opcional, ao utilizador, o desacoplamento da *Layer* referente ao conforto térmico, do módulo da qualidade do ar interior (figura 37).

A última alteração, que a equipa de design teve em conta, foi a separação do sensor de análise de gases COV, das placas, visto que era gerado “efeito chaminé”⁴⁰ dentro do dispositivo, levando, assim, o sensor a emitir valores em erro.

O módulo de qualidade do ar interior, possui três *Layers*, onde as suas medidas variam entre 70 mm de comprimento e largura e 160 mm de altura.

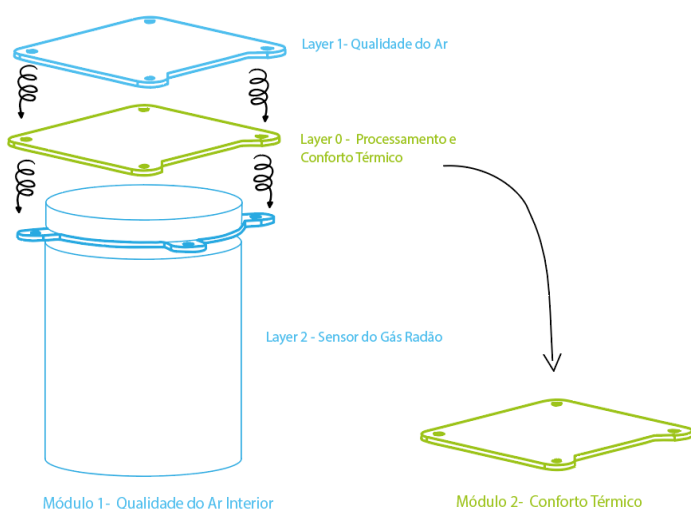


Figura 37 Representação do Módulo 1 e 2 e respetivas alterações Fonte: Autores

Figura 38 Montagem final do primeiro módulo Fonte: Autores

⁴⁰ Efeito chaminé tem a sua origem na diferença de temperaturas entre o ar externo e interno de um ambiente, fazendo assim com que o ar quente interno ascenda.

4.2.4. Módulo de Conforto Térmico

O módulo de conforto térmico tem como principais funções a medição e análise das partículas de CO₂, da temperatura e humidade relativa. Este módulo iria pertencer ao primeiro, contudo chegou-se a conclusão que faria mais sentido a sua independência. Desta forma, o módulo de conforto térmico ganhou a sua independência, apenas se o módulo de qualidade do ar interior, não fizer parte das necessidades do utilizador. O módulo de conforto térmico é constituído por uma *Layer*, onde as suas medidas 70 mm de comprimento e largura e 50 mm de altura.



*Figura 39 Montagem final do módulo de conforto térmico, parte superior e inferior, respetivamente
Fonte: Paulo Barros*

4.2.5. Módulo de Detecção da Ocupação Humana

O módulo de deteção da ocupação humana consiste na análise e avaliação térmica da quantidade de pessoas existentes no ambiente. Este módulo, serve como suplemento, para a avaliação dos níveis de CO₂ no ar, uma vez que o ser humano liberta CO₂ como processo de respiração, ou seja, conseqüentemente, quantas mais pessoas houver numa sala com área reduzida, mais altos serão os níveis de CO₂, contribuindo para indícios de sonolência e entre outros

O módulo em questão é composto por uma placa PCB com 70 mm de comprimento, 30 mm de largura e 50 mm de altura e respetivos sensores e câmara.



*Figura 40 Interior do Módulo de Detecção da Ocupação Humana
Fonte: Paulo Barros*

4.2.6 Os Sensores

Tabela 14 Módulo Qualidade do Ar Interior

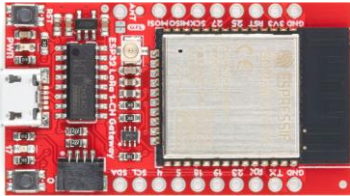
Componentes	Descrição
 Figura 41 Sensor Sparkfun Fonte: Sparkfun	<i>System-On-Chip</i> refere-se a todos os componentes de um computador, ou qualquer outro sistema eletrônico num único circuito integrado, ou seja, um <i>chip</i>. Estes podem incluir funcionalidades digitais, analógicas e de comunicação (Greaves, 2011). No projeto em questão, este sensor é chamado Sparkfun, sendo o modelo ESP32-WROOM-32 e permite acesso as redes <i>WiFi</i>, <i>Bluetooth</i> e <i>LoRa</i>. Medidas: 25,5 x 18 x 3,1 mm Peso por unidade: 16g
 Figura 42 Sensor RD200M Fonte: Radon FTLab	Sensor de Radão tal como o nome indica mede e analisa a quantidade de partículas de radão existentes no ar. O sensor utilizado em estudo é denominado de RD200M e funciona através de uma camara de ionização estruturada num circuito amplificador diferencial de alta impedância especial (Radon FTLab, s.d.). Medidas: 68 x 98 mm (D x A) Peso por unidade: 94g
 Figura 43 Sensor Adafruit SGP30 Fonte: Adafruit	Sensor de gases COV tal como é referenciado, analisa e mede a quantidade de partículas pertencentes ao grupo de gases COV no ambiente, no projeto em questão o sensor utilizado é denominado de Adafruit SGP30 (Ada, 2022). Medidas: 17,9 x 17,9 x 2,9 mm Peso por unidade: 1,1 g
 Figura 44 Antena 915 MHz Fonte: Linx Technologies	Antena LoRa permite a captação ou irradiação a estações base LoRa externas. No módulo apresentado, antena utilizada é <i>Linx Technologies</i> 915 MHz (Linx Technologies, 2022). Medidas: 46,5 x 17x 8 mm (C x A x D) Peso por unidade: 8,431g

Tabela 15 Módulo de Conforto Térmico

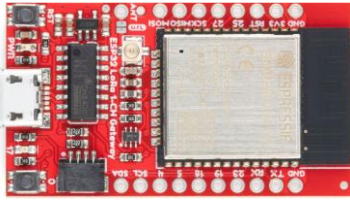
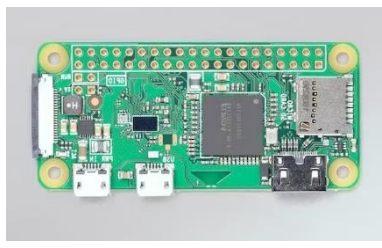
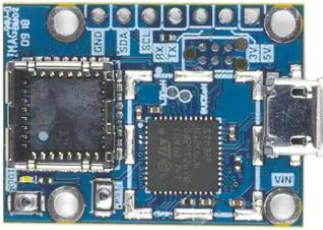
Componentes	Descrição
 <i>Figura 45 Sensor Sparkfun</i>	<i>System- On- Chip</i> refere-se a todos os componentes de um computador, ou qualquer outro sistema eletrônico num único circuito integrado, ou seja, um <i>chip</i>. Estes podem incluir funcionalidades digitais, analógicas e de comunicação (Greaves, 2011). No projeto em questão, este sensor é chamado Sparkfun, sendo o modelo ESP32-WROOM-32 e permite acesso as redes <i>WiFi</i>, <i>Bluetooth</i> e <i>LoRa</i> Medidas: 25,5 x 18 x 3,1 mm Peso por unidade: 16g
 <i>Figura 46 Sensor Sensirion SCD30</i> Fonte: Paulo Barros	Sensirion SCD30 é o sensor responsável pela análise e medição da concentração de CO2 temperatura e humidade relativa no ar. (Sensirion, 2020). Medida: 35 x 23 x 7 mm Peso por unidade: 3,4 g

Tabela 16 Módulo de Detecção da Ocupação Humana

Componentes	Descrição
 <i>Figura 47 Sensor Raspeberry Pi Zero W</i> Fonte: Raspeberry	Raspberry Pi Zero W é um computador de placa única, com um processador BCM2835, entrada USB e memória RAM de 512 MB. Este tem recursos de WiFi integrados, LAN sem fio e <i>Bluetooth</i>, ideal para projetos de Internet das Coisas (Raspeberry, s.d.). Medidas: 65 x 30 x 0,2 mm Peso por Unidade: sem informação

 <i>Figura 48 Sensor Pure Thermal 2</i> <i>Fonte: GroupGets</i>	Pure Thermal 2 é um módulo para <i>webcam</i> térmica que pode ser alterado para o núcleo da camara FLIR <i>Lepton Longwave Infrared</i>. Este é configurado para operar como uma <i>webcam</i> térmica USB que funcionara com as seguintes aplicações padrão, VLC Media, Linux, Mac e Android (GroupGets, 2021). Medidas: 30 x 22 mm Peso por unidade: sem informação
 <i>Figura 49 Câmera Flir Lepton 3.5</i> <i>Fonte: Teledyne Flir</i>	Flir Lepton 3.5 é uma micro câmara com capacidade radiométrica, com matrizes de plano focal de 160 x 120 ou 80 x 60 pixels ativos. Esta Câmera é responsável pela captura de dados de temperatura precisos e calibrados (Teledyne Flir, 2023). Medidas: 11,8 x 12,7 x 7,2 mm Peso por unidade: 0,9 g

4.3. Considerações para as seguintes Fases

Após a recolha e análise de todos os dados obtidos durante as fases de investigação e trabalho de campo, foi possível determinar alguns aspetos a ter em conta para a fase de geração de ideias do invólucro dos dispositivos, de maneira a elaborar um produto que satisfaça tanto as necessidades apontadas pelo público como do projeto:

- Primeiramente, é possível perceber, pelo inquérito feito ao público, uma constante, pela valorização de produtos que sejam práticos e intuitivos, onde prevaleça tanto o valor estético como o funcional;
- A forma e o tamanho dos sensores e das placas PCB, também fazem parte das considerações a tomar, visto que são aspetos de grande influência ou mesmo de obrigação para o design do produto;
- A necessidade de recarga através de uma tomada, acaba por se tornar, também, uma consideração a ter, no sentido em que limita o posicionamento do dispositivo no ambiente;
- O seguinte ponto aborda os limites referentes às entradas de ar, entradas USB, entradas para os LED e para câmara, que de forma alguma podem ser suprimidos ou retirados, pois só através destes, o dispositivo é funcional;

- Tendo em conta a simplicidade de elementos exteriores no dispositivo, será necessário uma especial atenção aos detalhes, especialmente acabamentos, nas áreas de entradas de ar, LED, USB e câmara;
- A disposição dos dispositivos, também é um ponto a ter em atenção, visto que, no módulo 1, as placas PCB e respetivos sensores são dispostos em cima do sensor do gás radão, obrigando, assim, o dispositivo, a um formato vertical, onde a posição horizontal não é aconselhável;
- Mediante a realização do dispositivo é importante entender que o seu interior vai ser colocado à posteriori, ou seja, será necessário um planeamento para a colocação interior do dispositivo, que disponha de uma abertura, de fácil acesso para caso de atualização ou reparação;
- Muitas vezes é notável que o design do dispositivo acaba por comprometer a estética ambiental. Desta forma será primordial, ter este pensamento como premissa, obrigando a desenhar um dispositivo que seja adaptável a várias áreas distintas, fazendo com que o dispositivo não cause qualquer tipo de interferência no ambiente inserido;
- O último ponto, a mencionar, passa pela colocação, do terceiro módulo, no ambiente residencial, tendo em conta que é uma câmara de infravermelhos. Durante as reuniões de equipa, foi colocada a questão da disposição deste módulo no ambiente domiciliário, onde a equipa de engenheiros indicou que o melhor posicionamento seria num local que pudesse alcançar toda a área possível, sem qualquer interferência, dando, o exemplo do canto superior de uma sala. Contudo essa opção não pareceu a melhor solução, tanto ao nível estético como a um nível habitacional. Em suma, o debate, entre equipas, acabou por sugerir que seja o utilizador a escolher a localização do terceiro modelo na sua habitação, desde que este siga as normas para o bom funcionamento do dispositivo.

Capítulo V- Geração de Ideias

Após a concentração e análise de informações, limites e dados, foi essencial iniciar a exploração de conceitos e ideias através de desenhos e modelos, de forma a averiguar a validade e explorar a capacidade de resposta relativamente à morfologia do invólucro dos dispositivos analisados no capítulo anterior.

Este capítulo é dividido em três partes, denominadas de conceitos, sendo que este é entendido como uma ideia ou inspiração.

Em cada conceito foram aplicados os pensamentos convergente e divergente para a criação e descarte de ideias, através dos métodos de *sketching*, modelos e *renders*. No final dos conceitos e respetivos métodos serem desenvolvidos, foi selecionada, em conjunto com a equipa, a ideia mais viável.

Conceito 1

No primeiro conceito foi explorado o design de Dieter Rams (n.1932), especialmente as suas formas. Este conceito surgiu após a investigação de alguns casos de estudo e exemplos do design de dispositivos eletrónicos.

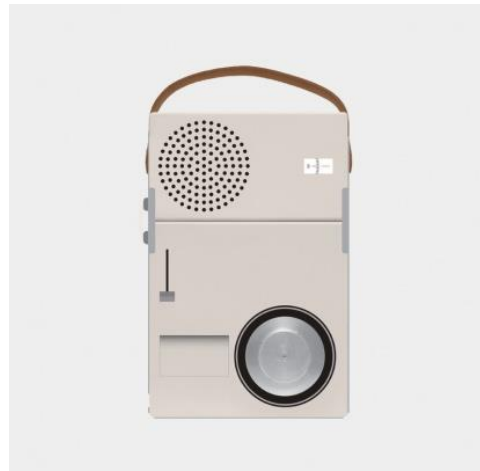
Dieter Rams foi um designer alemão, conhecido, pelo design de dispositivos eletrónicos desenvolvidos para a empresa Braun, onde hoje são destacados pela sua elegância, simplicidade e intemporalidade, e pelas influências contemporâneas nos dispositivos *Ipods*, *I mac*, *I phones* da conceituada marca *Apple* (Vitsoe, About Dieter Rams).

Durante esta fase foi possível perceber que as formas nos objetos de Dieter Rams apresentam características interessantes para o produto de investigação. No sentido em que ostentam um formato claro e adequado a diferentes tipos de ambientes, servindo assim de inspiração para o conceito em vigor.

Portanto, o estilo do design de Dieter Rams serve como inspiração para a criação de objetos com linhas sóbrias e funcionais, onde é notória a interação com o utilizador, através do uso de formas geométricas proporcionais e minimalistas, pelas funções claramente evidenciadas e controlos localizados de forma lógica e conveniente.



*Figura 50 Produto de inspiração: Alto-falante, 1958, por Dieter Rams para Braun
Fonte: Vitsoe*



*Figura 51 Produtos de Inspiração: Combinação de rádio e fone, 1959, por Dieter Rams para Braun
Fonte: Vitsoe*

Esboços

Após estudarmos o conceito de inspiração, foi iniciado o processo de geração de ideias a partir da elaboração de esboços. Como abordado, anteriormente, todas as ideias presentes neste conceito, são inspiradas no design de Dieter Rams, contudo, para além destes princípios, foi também recordada a reinterpretação do pensamento em design, abordado no início da investigação, “a função dita a forma” que acabou por servir de orientação para a criação dos esboços relativos à forma.

A primeira ideia, seguiu o estilo de design de Dieter Rams, com linhas racionais e com detalhes discretos para as fissuras de entradas de ar Figura 52 e Figura 53. Este esboço organiza os dispositivos em formato modular, sendo que, implicitamente, o desenho de um dispositivo singular, pede auxílio de outro dispositivo, formando no final um paralelepípedo que lembra as formas dos produtos estudados.

Ao longo das primeiras semanas do desenvolvimento de geração de ideias, a ideia inicial Figura 52, em particular, sofreu alterações, sugeridas, pela equipa responsável pela parte técnica, desenvolvendo para o modelo mutante⁴¹ da Figura 53.

⁴¹ Processo explorado por Bruno Munari, que consiste na realização de variações de determinado princípio.

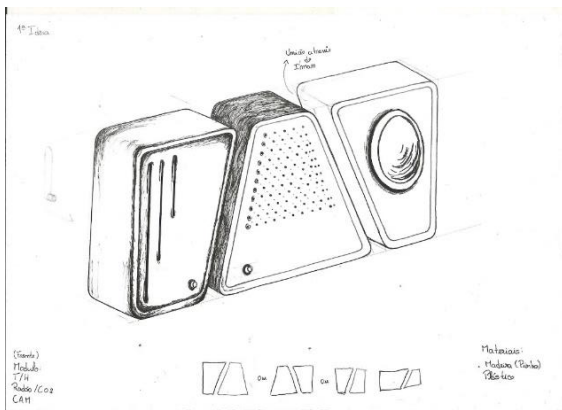


Figura 52 Primeira ideia, do primeiro conceito
Fonte: Autores

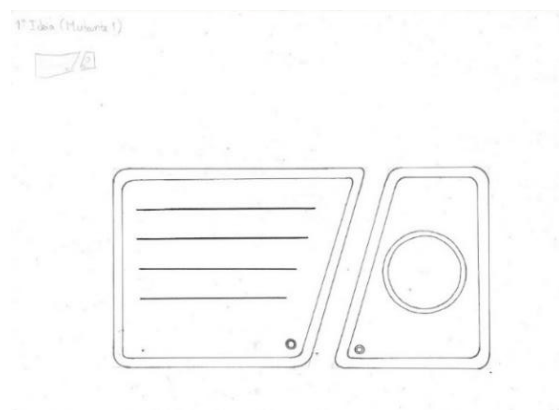


Figura 53 Mutante da primeira ideia, do primeiro conceito
Fonte: Autores

A segunda ideia, Figura 54, seguiu o mesmo estilo da inspiração, explorando, desta vez, um conceito modular diferente, onde todos os dispositivos podem ser guardados numa espécie de mala, apresentando o “pack” completo dos módulos explorados anteriormente.

Os dispositivos foram concebidos com formas lineares, tamanhos e ranhuras diferentes, para mostrar versatilidade e dinamismo no design. A “mala” que acopla todos os dispositivos segue um formato quadrangular, permitindo que o utilizador possa colocar os dispositivos interiores da maneira que melhor entende.

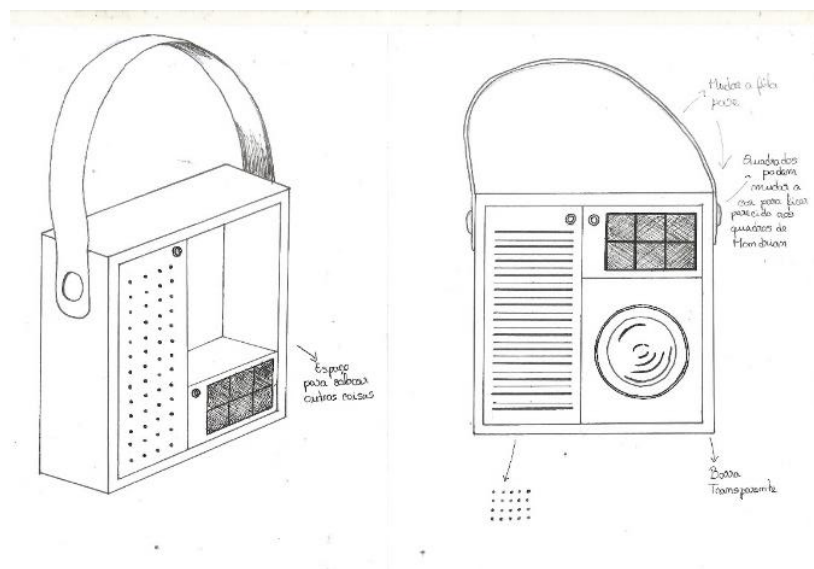


Figura 54 Esboço da segunda ideia, do primeiro conceito
Fonte: Autores

A terceira ideia, Figura 55, foi também submetida ao método de mutantes, Figura 56, para diversificar o seu formato.

Os materiais utilizados para a realização desta proposta, foram a madeira de faia, relativa à estrutura que envolve os dispositivos, e uma armação em malha de bambu, para as entradas de ar. Tal como o segundo caso de estudo na pág. 39, o dispositivo Awair, parte da utilização de materiais como a madeira e seus derivados, proporcionando ao objeto uma sensação acolhedora de forma a criar uma aproximação entre objeto e o utilizador.

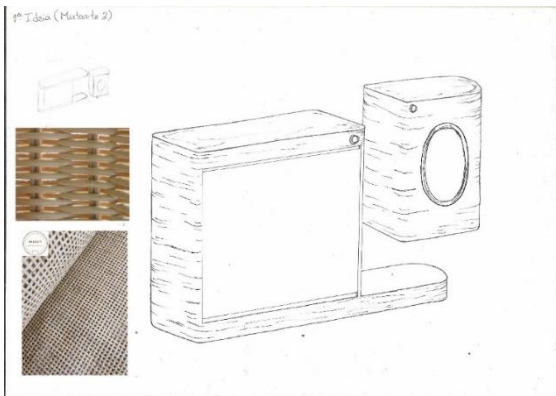


Figura 55 Esboço da terceira ideia, do primeiro conceito
Fonte: Autores

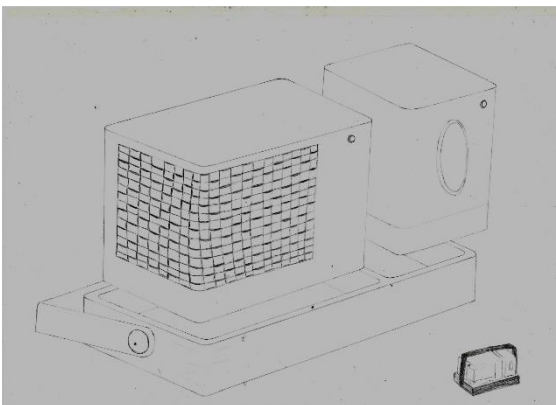
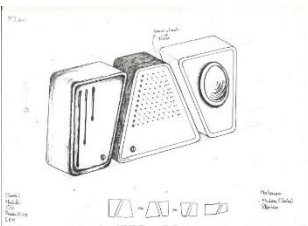
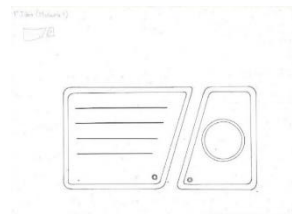
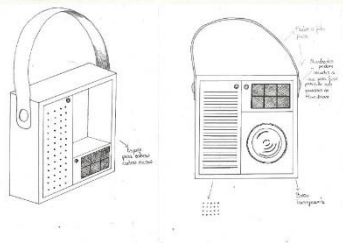
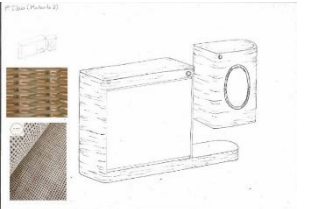
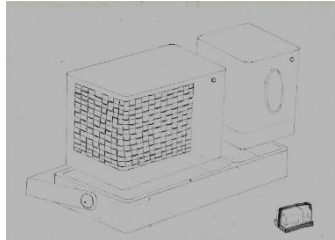


Figura 56 Mutante da terceira ideia, do primeiro conceito
Fonte: Autores

Tabela Comparativa de Ideias do Primeiro Conceito

Tabela 17 Comparação dos esboços do primeiro conceito

Ideias	Pontos Fortes	Pontos Fracos
	- Design modular - Versatilidade, visto que os dispositivos podem ser colocados em diferentes posições - Flexível a ambientes distintos	- Não prevê formato, para uma boa funcionalidade da parte técnica - Falta de coerência nas formas das entradas de ar - Não prevê as medidas reais do terceiro módulo
	- Design modular e versátil - Adaptável aos ambientes distintos - Coerência morfológica	- Não prevê formato, para uma boa funcionalidade da parte técnica - Não prevê as medidas reais do terceiro módulo - Não prevê o uso dos três módulos

	• Design modular e flexível • União dos módulos num "pack" • Coerência de formas e linhas • Versátil a diferentes ambientes • Dupla funcionalidade; cumpre função técnica e decorativa	• Não prevê as medidas reais do terceiro módulo
	• Diversidade de materiais diferentes, como a malha de bambu ou tecido • Forma de união entre os módulos apresentados	• Não prevê formato, para uma boa funcionalidade da parte técnica • Não prevê o uso dos três módulos • Não prevê as medidas reais do terceiro módulo
	• Uso de materiais diferentes • Design modular • Encaixe dos módulos	• Não prevê formato, para uma boa funcionalidade da parte técnica • Não prevê as medidas reais do terceiro módulo • Não prevê o uso dos três módulos • O uso da alça não funciona • Base de encaixe não faz sentido caso o utilizador opte por apenas um módulo

Modelos

No processo de design, a construção de modelos serve para demonstrar as possibilidades materiais e técnicas utilizadas no projeto. Este método tornou possível a percepção real do dispositivo em relação ao espaço envolvente e com os utilizadores.

Através da construção dos modelos foi possível analisar melhor o dispositivo, podendo fazer alterações necessárias, sejam estas, de cariz mais técnico ou estético, como por exemplo, a localização das antenas e formas das entradas de ar. Da mesma forma, foi possível determinar o papel do futuro dispositivo com o utilizador, podendo fazer as alterações necessárias nas dimensões e formas até estas se encontrarem satisfatórias.

Para além destes aspetos, a análise dos modelos foi um ponto essencial para que a comunicação entre design e engenharia fosse compreensível. Estes momentos ganham mais peso, quando os aspetos de design estão pendentes de área mais técnica, como é o caso da engenharia de redes, que lida com sensores, antenas, entradas USB e entre outros.

A ideia da Figura 57 foi explorada pelo método de modelos, acabando por sofrer alterações de tamanho.

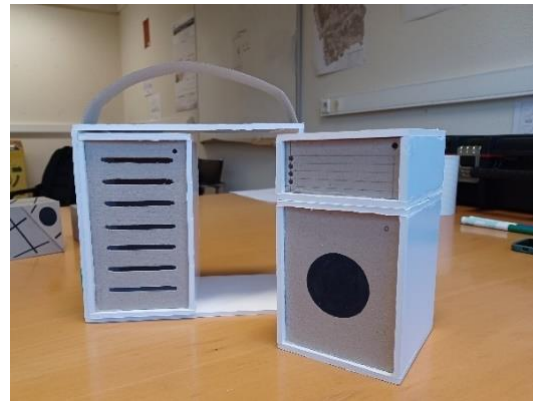


Figura 57 Evolução das modelos da segunda ideia, do primeiro conceito
Fonte: Autores

Na Figura 58, foram elaboradas modelos da terceira ideia e do seu mutante. Esta não satisfaz os ideais da equipa, que acabou por escolher o seu mutante.

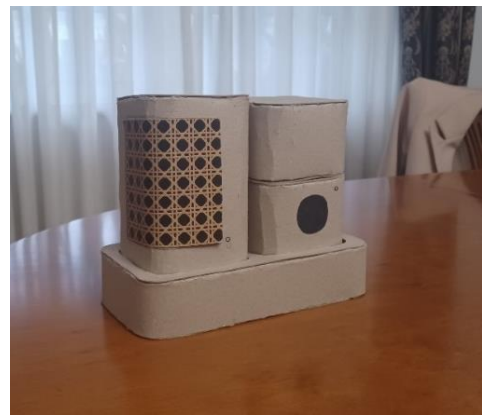


Figura 58 Modelo da terceira ideia e seu mutante, respetivamente, do primeiro conceito
Fonte: Autores

Renders

Como *render* podemos entender todo um processo de várias técnicas e programas específicos, onde se obtém uma imagem 2D a partir de uma cena tridimensional, ou seja, o *render* é um processo de construção de imagem (Ortiz, 2021).

A execução de *renders* normalmente é efetuada quando a ideia final é selecionada, uma vez que o seu processo de realização é um pouco demorado. Apesar da quantidade de tempo, envolvido, a elaboração deste permitiu a toda a equipa, a visualização de uma versão aproximada da realidade, acabando por complementar o método de modelos.



*Figura 59 Renders da segunda ideia do primeiro conceito
Fonte: Autores*

O *render* do mutante da terceira ideia, (Figura 60) passou por algumas alterações durante a apresentação à equipa. Por motivos de manufatura e utilização, a pega em madeira foi excluída, dado que a sua espessura podia causar uma rutura. Após o descarte da alça, a peça manteve-se apenas com função decorativa e como base de todos os dispositivos.



*Figura 60 Renders do mutante da terceira ideia do primeiro conceito
Fonte: Autores*

Conceito 2

Este conceito aborda o design emocional, o uso da analogia e a semântica para a elaboração de um produto que desperte emoções nos utilizadores. Como é entendido pelo artigo “*International Conference on Engineering and Product Design Educational*” (2013), a emoção, presente no cognitivo humano, influencia a maneira como os utilizadores interagem com o produto. Desta forma, os três níveis de design de Don Norman, o nível reflexivo tem um peso significativo na decisão de compra de um produto. Este último nível cognitivo, funciona através da procura de semelhanças ou analogias entre a informação projetada no produto e a própria informação do utilizador,

acabando por despertar um vínculo emocional com o objeto, “ Em conjunto com a emoção dos produtos, o designer projeta um produto que possa satisfazer as necessidades do utilizador usando analogia visual e metamorfose da forma, para criar um personagem de produto que se relacione com a emoção do utilizador.”⁴² (Muhammad, Zulkapli e Abidin, 2013, p. 716).



Figura 61 Suporte de livros de Eugenia Ramos, com design assemelhando-se a uma paisagem
Fonte: SVA MFA Products of Design



Figura 62 Candeeiro de mesa PCC da marca Hay, inspirando-se na forma de um cogumelo
Fonte: Ambient Direct

A base deste conceito de inspiração parte do estudo da emoção e cognitivo humano, onde foi denotado a necessidade da atribuição de algo no produto, que através de analogias e simbologias, desperte uma emoção positiva no utilizador.

O mundo animal aéreo, mais especificamente, o mundo das aves, foi a referência selecionada, visto que estes animais fazem parte da simbologia comum, associada ao elemento presente na problemática de estudo, o “ar”.

A representação destes animais como dispositivos IoT e objetos de decoração, foi exemplificada através de uma linguagem morfológica, com tendência para a reprodução de figuras divertidas e dinâmicas evitando a figura real destes animais.

⁴² Tradução livre do autor: “In conjunction to a products emotion, the designer designs a product that can satisfy the user needs by using visual analogy and form metamorphosis to create a product character that relates to user emotion.” (Muhammad, Zulkapli e Abidin, 2013, p.716)



Figura 63 Figura de decoração "Little Bird" de Jan Christian Delfs para a companhia de design Norman Copenhagen
Fonte: Norman Copenhagen



Figura 64 Candeeiro "Tiki" de Nao Tamura, para o cliente Established and Sons, 2014
Fonte: Nao Tamura

Esboços

Para além da representação de aves como base de inspiração do segundo conceito, foi contemplado o princípio de modulação e acoplação, onde todas as peças se encaixam uma sobre a outra, tal como o interior dos módulos.

Desta inspiração foram obtidas duas ideias, sendo que a primeira ideia representa três pássaros, com figuras diferentes (Figura 65) , todas verticalmente unidas, onde cada uma forma de pássaros é um dos módulos previamente abordados. A segunda ideia (Figura 66) passa pelo desenvolvimento de duas figuras, sendo uma delas um pássaro e a segunda um "ovo". A ideia da figura do "ovo" foi desenvolvida, à posteriori, acabando por ser criado um tronco de uma árvore, onde o pássaro poderia ser colocado na parte superior.

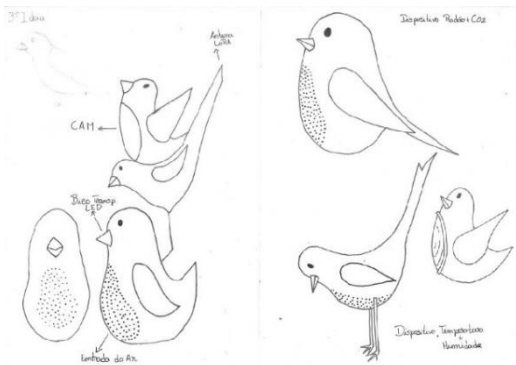


Figura 65 Primeira ideia, do segundo conceito
Fonte: Autores

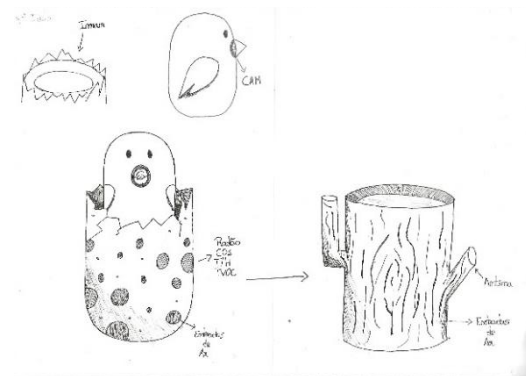


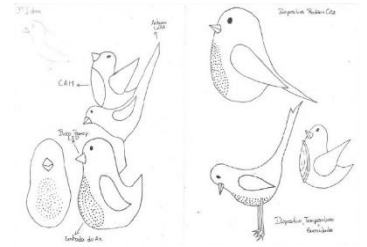
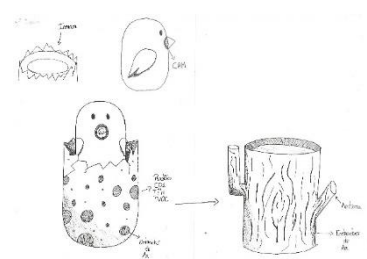
Figura 66 Segunda ideia, do segundo conceito
Fonte: Autores

Nas duas ideias, elementos característicos como, “asas” e “caudas”, até mesmo os “ramos” da figura do “tronco”, serviram como método de camuflagem dos elementos técnicos, como as antenas, que acabavam por trazer um aspeto visual não apelativo.

No final, estas acabaram por não ser desenvolvidas, sendo descartadas após a sua apresentação, visto não se enquadrarem totalmente com os objetivos do projeto em questão.

Tabela Comparativa de Ideias do Segundo Conceito

Tabela 18 Comparação dos esboços do segundo conceito

Ideias	Pontos Fortes	Pontos Fracos
	- Design Modular - Design Interativo	- Encaixe e sobreposição dos módulos - Falta de adaptabilidade em ambientes distintos - Não prevê formato para uma boa funcionalidade da parte técnica
	- Design modular - Design interativo	- Não prevê formato para uma boa funcionalidade da parte técnica - Falta de adaptabilidade em ambientes distintos

Conceito 3

O conceito presente, foi inspirado nas características presentes no elemento “Ar”. Como é universalmente conhecido, o “Ar” é um composto de gases que compõem a atmosfera terrestre. Entre as suas características, este elemento não pode ser tocado, não tem cor, nem cheiro e não apresenta gosto. Contudo, desde o início dos tempos, a humanidade, sempre soube da sua existência e da sua importância, tanto que em determinadas épocas, este elemento era louvado como um deus ou guardião, chegando a ser representado nas artes, seja através, da figura humana (com uma personalidade, sentimentos e disposições), de elementos, ou animais simbólicos.



Figura 67 Representação de Zéfiro, Deus do Ar, na pintura O nascimento de Vénus, de Sandro Botticelli, 1483- 1485
Fonte: Le Gallerie degli Uffizi



Figura 68 Representação em escultura do Deus do ar egípcio, Shu
Fonte: Brooklyn Museum

Atualmente, usufruindo de todo o conhecimento que a ciência e a história nos disponibilizam, identificamos o ar como um dos elementos terrestres, portador de vários gases invisíveis, sendo que um deles é importantíssimo à nossa vida, o oxigênio.

Durante o processo de elaboração deste conceito e principalmente na fase de geração de ideias, foram ponderadas várias “formas” que o ar apresentou ao longo da história da humanidade, contudo nenhuma destas traduzia o valor que incutimos, na atualidade, a este elemento. Nos dias correntes refletimos pouco nos elementos que nos rodeiam, em especial o ar que não é visível, nem palpável, estando sujeito a várias interpretações e simbologias. Deste modo, não estando a obter uma resposta satisfatória por parte das histórias e das suas simbologias, foi decidido representar o ar, tal como ele é, um elemento invisível e transparente.

Como referência foram investigados objetos de decoração com o tema da invisibilidade, para servirem de referência para o conceito presente.



Figura 69 Radio Flow de Philip Wong, para a marca Lexon
Fonte: Design is this Blog



Figura 70 Aquário Buffet dos Irmão Campana, para a marca Barcelona Design
Fonte: Campana

Esboços

Foi decidido abordar a invisibilidade e a transparência como inspiração principal, relativa ao Ar, acabando por desenvolver duas ideias com alguns mutantes.

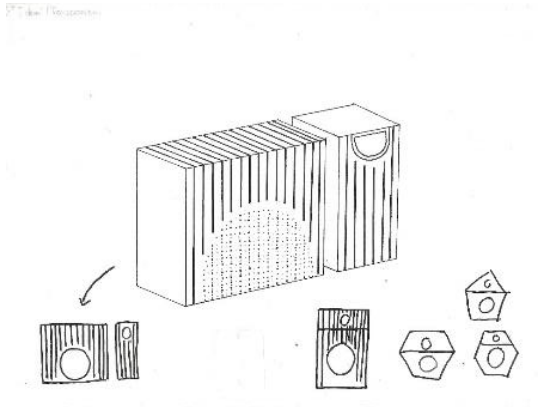


Figura 71 Esboço da primeira ideia, do terceiro conceito
Fonte: Autores

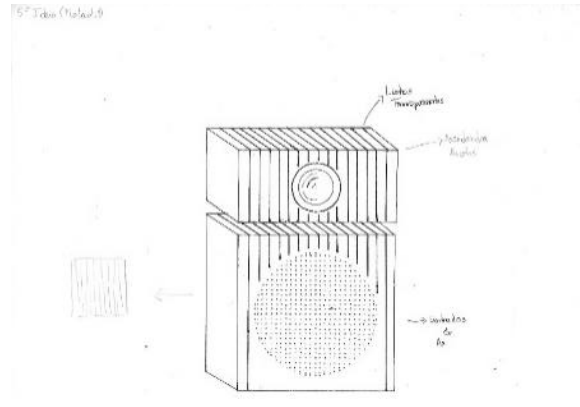


Figura 72 Esboço do mutante da primeira ideia, do terceiro conceito
Fonte: Autores

O primeiro desenho (Figura 71) teve como objetivo a representação de uma morfologia clara e descomplicada, onde as linhas e os pontos se destacam. A forma foi explorada com vários aspetos, contudo acabou por se denotar mais interesse por formas simples como, cubos e paralelepípedos. A referência do ar, nesta primeira ideia, está presente nas linhas verticais transparentes, ao longo do dispositivo, que para além de contribuir para o conceito em vigor, também oferece uma perspetiva para o interior do dispositivo, ponto de curiosidade para alguns utilizadores. Desta ideia, nasceu um mutante (Figura 72), que partia da mesma forma, apenas era explorada uma posição diferente.

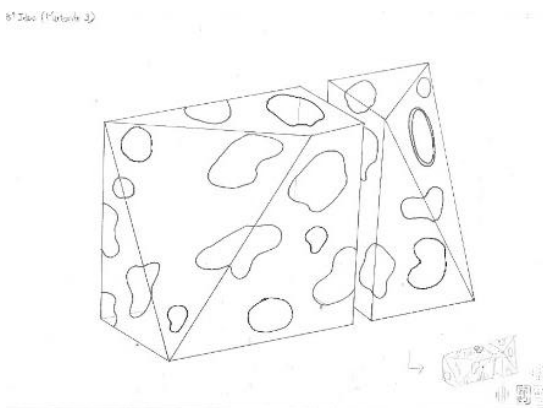


Figura 73 Esboço da segunda ideia, do terceiro conceito
Fonte: Autores

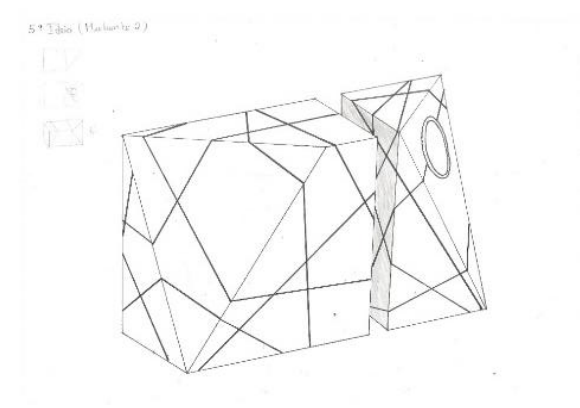


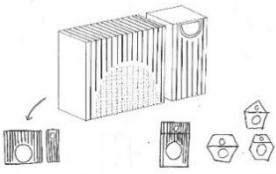
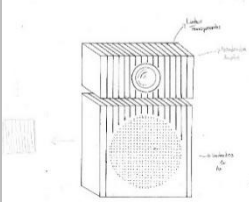
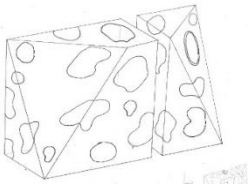
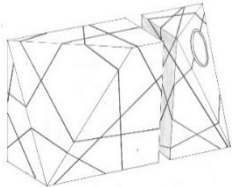
Figura 74 Esboço do mutante da segunda ideia, do terceiro conceito
Fonte: Autores

Na geração da segunda ideia (Figura 73), foi optado por realizar uma forma diferente, mantendo, o minimalismo e descrição do objeto. Iniciamos pela exploração de uma forma baseada num cubo, dando oportunidade à criação de ângulos, produzindo uma forma irregular e abstrata. O segundo passo, desta ideia, passou pela integração da referência de inspiração do conceito; a invisibilidade e transparência explorando formas ovais e irregulares.

O mutante desta ideia (Figura 74), passou pelo uso do mesmo tipo de forma, desta vez, optando por trocar os corpos ovais, por linhas, contribuindo assim para o propósito do conceito e para a “observação” do interior do dispositivo.

Tabela de Comparativa de Ideias do Terceiro Conceito

Tabela 19 Comparação dos esboços do terceiro conceito

Ideias	Pontos Fortes	Pontos Fracos
	• Design modular • Design interativo • Design adaptável a diferentes ambientes	• Não prevê o uso dos três módulos • Não prevê as medidas reais do terceiro módulo • Esteticamente pouco apelativo
	• Design modular • Design interativo • Design adaptável a diferentes ambientes	• Não prevê o uso dos três módulos • Não prevê as medidas reais do terceiro módulo • Esteticamente pouco apelativo
	• Design modular • Design interativo • Design adaptável a diferentes ambientes	• Não prevê o uso dos três módulos • Não prevê as medidas reais do terceiro módulo • Problema na manufatura, pelo uso das formas ovais
	• Design modular • Design interativo • Design adaptável a diferentes ambientes • Uso das linhas “vazias”, contribui para uma subtil visualização do interior dos dispositivos e para as entradas de ar	• Não prevê o uso dos três módulos • Não prevê as medidas reais do terceiro módulo

Modelos

Como referido anteriormente, o método de modelos foi essencial para a perceção do objeto, para com o espaço envolvente e com o utilizador. No conceito presente, apenas uma ideia foi explorada no método de modelos, sendo o mutante da segunda ideia.

Esta sofreu algumas alterações ao longo do método, uma vez que as linhas, representadas em esboço, eram continuas em torno de todo o objeto. Desta forma, para garantir uma melhor execução durante a manufatura, optou-se por criar pequenas interrupções.

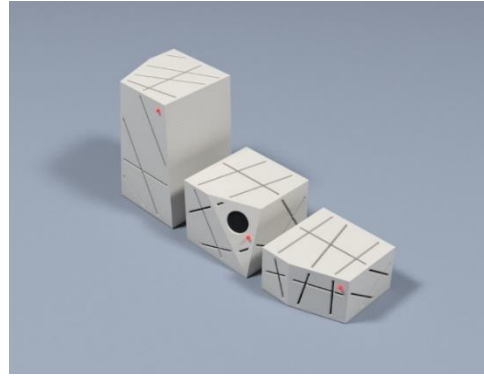
A segunda alteração, passou pelo tipo de material usado para o preenchimento das linhas transparentes. Inicialmente, a equipa tinha proposto o uso de vidro e acrílico, contudo, as aberturas para as entradas de ar ainda não tinham sido marcadas no dispositivo. Desta forma foi decidido deixar as linhas sem preenchimento, sendo usadas como entradas de ar, acabando por contribuir também para a estética do produto.



Figura 75 Modelos referentes ao mutante da segunda ideia, do terceiro conceito
Fonte: Autores

Renders

O método de *renders*, é um processo mais demorado e tem como objetivo principal a demonstração dos objetos na sua forma mais real, servindo como suporte ao método de modelos, acabando por se completarem mutuamente. Durante o método de *renders*, não houve alterações visíveis, à ideia do terceiro conceito. O *render* em questão foi utilizado, pela equipa, como uma visualização real da ideia explorada como também método de descarte em relação a outras ideias.



*Figura 76 Render do mutante da segunda ideia, do terceiro conceito
Fonte: Autores*

Seleção do Conceito e Ideia Final

Considerando, que todas as hipóteses já foram abordadas, na investigação em questão, esta última parte do capítulo de geração de ideias, dedicar-se-á a escolha do conceito e respectivas ideias, previamente explorados. Recordando as hipóteses que foram abordadas durante os métodos anteriores, das sete ideias, gerais, exploradas, apenas três despertaram o interesse da equipa do projeto. As três ideias eleitas foram, a segunda e terceira ideia do primeiro conceito (Figura 77 e Figura 78) e a segunda ideia do terceiro conceito (Figura 79). Render da segunda ideia do Conceito 3



*Figura 77 Render da segunda ideia do Conceito 1
Fonte: Autores*



*Figura 78 Render da terceira ideia do Conceito 1
Fonte: Autores*



*Figura 79 Render da segunda ideia do Conceito 3
Fonte: Autores*

Para a seleção da ideia final, foram realizadas duas reuniões com a equipa e responsáveis do projeto. Nestas reuniões, questões como conceitos, materiais, possível produção industrial e custos, foram abordados para chegar à melhor conclusão possível para o projeto.

Na primeira reunião, realizada no dia 17 de março de 2023, (ver apêndice 10.4.4) foram apresentadas as três ideias, onde a equipa demonstrou interesse pelas segundas ideias do primeiro e terceiro conceito, especialmente pelas suas formas minimalistas, discretas, adaptáveis a espaços distintos e facilidade de produção, via manufatura aditiva⁴³.

Sem definirem ainda a ideia para a fase de prototipagem, todas as ideias foram sujeitas a comentários e alterações, para um melhor funcionamento do dispositivo o nível técnico, visto que o sobreaquecimento de certos sensores era um problema que o design tem de ajudar a prevenir.

Seguidamente, ao apontamento das alterações nos dispositivos, debatemos a viabilidade de alguns protótipos e dos seus elementos, onde foram discutidas as duas ideias, que teriam elementos adicionais. Deste modo, a equipa concluiu que o elemento adicional presente na segunda ideia, do primeiro conceito (Figura 77), fazia sentido, pela sua funcionalidade decorativa, tendo a vantagem de colocar outros objetos na sua alçada. Enquanto, na terceira ideia, do primeiro conceito (Figura 78), a base de madeira, não garantia funcionalidade decorativa nem funcional, visto que, apenas funciona como encaixe dos dispositivos, levando a equipa a constatar, que caso o utilizador deseje apenas um módulo dos três, esta perde o seu valor. No final a terceira ideia do primeiro conceito acabou por ser descartada.

A segunda reunião foi realizada no dia 27 de março de 2023, (ver apêndice 10.4.5) onde foram apresentadas as ideias restantes (Figura 77 e Figura 79) para a seleção da fase de prototipagem.

Contudo após, serem ponderadas todas as questões, especialmente, relativas à sua manufatura e custo, a equipa chegou à conclusão em avançar com a prototipagem de ambas as segundas ideias, do primeiro e terceiro conceito, (Figura 77 e Figura 79) defendendo que ambas as ideias são plausíveis e viáveis para a sua manufatura e para o melhor proveito da atividade RnHealthTECH.

⁴³ processo de fabrico digital que é capaz de criar objetos físicos, este método é comumente conhecido como Impressão 3D.

Capítulo VI- Prototipagem

O capítulo em questão é referente à prototipagem, onde tem por base a impressão dos protótipos das ideias selecionadas e a requisição de orçamentos dos respectivos protótipos. Ao longo desta fase, para além dos protótipos, foram também realizados os *renders* finais.

6.1. Modelação

Após a seleção de ideias, a equipa começou a reunir para a elaboração dos protótipos. Como referido ao longo da investigação, já tinha sido proposto que a manufatura aditiva, seria a melhor forma de produção dos protótipos, exatamente pela sua versatilidade no fabrico de peças e viabilidade na relação, qualidade/ preço.

Antes de serem impressos os resultados, foram efetuadas modelações 3D de todos os módulos, onde, ocorreram alguns contratemplos que propuseram algumas alterações nos desenhos técnicos (ver apêndices 10.5) dos dispositivos:

- Durante a fase de prototipagem, surgiram alguns problemas com os sensores incluídos no módulo de deteção e ocupação humana, levando assim a extração da sua prototipagem. Uma vez que a parte técnica, relativa a este módulo, acabou por não estar completa, a equipa optou por retirar o fabrico deste dispositivo. No entanto, o seu design e estudo não serão descartados, apenas a sua forma real não irá ser apresentada durante esta investigação;
- Apesar de já ter sido ponderado, em fases anteriores, o planeamento da colocação da parte técnica no protótipo final. Para esta união entre partes, foi considerado a opção de substituição dos espaçadores, que unem as placas PCB entre si, por colunas criadas em filamento a partir da base dos módulos, segurando assim a parte técnica e o invólucro. Contudo, esta opção acabou por trazer problemas de fragilidade, devido à pouca espessura das colunas, fazendo com que estas quebrassem com pequenos movimentos. Desta forma, para não descartar toda a projeção da acoplação, foi decidido substituir as colunas de filamento, por varões roscados de metal. Na base impressa em 3D, foram desenhadas cavidades em forma de hexágono, com o objetivo de fixar porcas M3⁴⁴, para na montagem de todas as peças estas servirem de estrutura aos varões roscados, unindo assim a base, os varões e a parte técnica dos módulos, num só;

⁴⁴ Porcas M3 são produtos destinados para o uso no âmbito da eletrónica. O diâmetro destas são 3 mm e a medida do hexágono é 5,5 mm.

- Inicialmente, a base iria ser unida ao corpo do dispositivo através de pequenos encaixes. Contudo, essa opção acabou por não ser a mais viável, visto que o peso de todo o dispositivo estaria sobreposto num só apoio (base). No final, os encaixes acabaram por ser substituídos por parafusos, que garantiram firmeza na união entre a base e o resto dos protótipos:

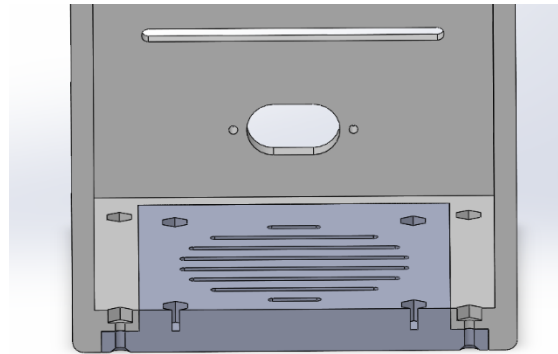


Figura 80 Corte frontal da base de uma das ideias selecionadas. É possível verificar a cavidade para as porcas M3, onde serão inseridos os varões enroscados, como também as cavidades relativas aos parafusos, que unem a base ao corpo do módulo.

Fonte: Autores

- A separação do sensor dos gases COV da sua placa PCB, acabou por se revelar um contratempo, que resultou em algumas alterações. A primeira mudança foi a aglomeração de uma caixa particular para o sensor de gases COV, no interior do corpo do dispositivo, uma vez que este pode emitir valores em erro, devido ao “efeito chaminé” gerado por outros sensores. A segunda mudança é relativa à caixa no interior do dispositivo, sendo que, com a criação desta o espaço para a restante parte técnica, teve de ser aumentado.

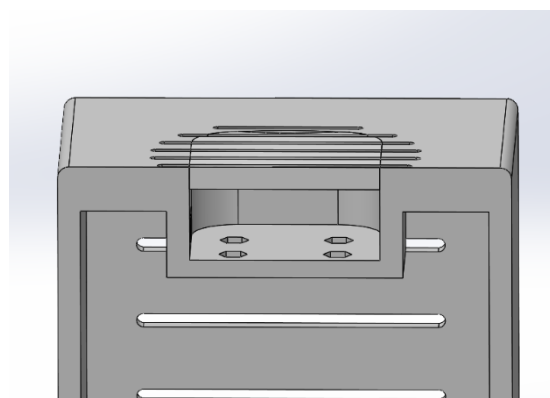


Figura 81 Corte Frontal da caixa do sensor de gases COV, de uma das ideias selecionadas

Fonte: Autores

Antes da impressão final foram realizadas várias reuniões que serviram, para a averiguação de medidas e possíveis problemas ou alterações que precisavam de ser efetuadas nos desenhos técnicos.

Ao mesmo tempo da modelação de todos os dispositivos, foram pedidos orçamentos a algumas empresas na área da manufatura aditiva para perceber o custo de impressão dos protótipos. No entanto a ESTG (Escola Superior de Tecnologia e Gestão) acabou por providenciar, o uso da sua impressora 3D e a compra do filamento necessário para a impressão dos protótipos.

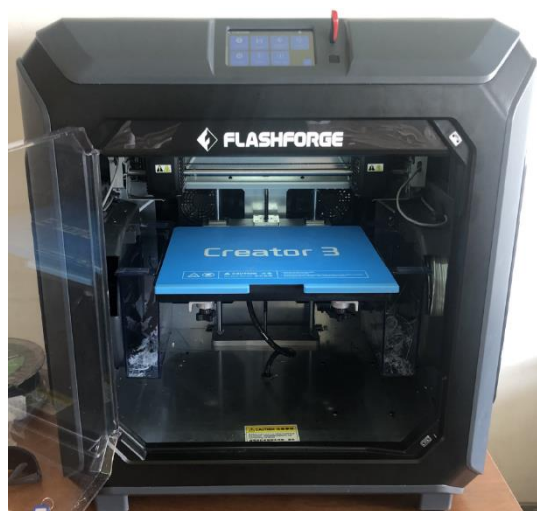
Durante o período de compra do filamento para a impressão dos dispositivos, foi iniciado o processo de fabrico da caixa de pele presente num dos protótipos. Este elemento foi produzido por duas empresas parceiras, a fábrica de móveis Antika, que se disponibilizou para produção da estrutura em madeira, contraplacado e a fábrica de estofos Ernesto Moreira, que se dispôs a estofar a estrutura com pele sintética castanha.

6.2. Materialização dos Protótipos

A impressão dos protótipos foi efetuada na ESTG onde foi utilizada a impressora Flashforge Creator 3 V2 e filamento PLA branco com 1,75 mm de diâmetro. A Flashforge é uma impressora 3D de mesa ao nível industrial, com sistema de extrusão duplo, independente, uma extrusora de alta temperatura de 300°C e conectividade sem fio.

Tabela 20 Especificações da impressora Flashforge

Especificações	
Número da extrusora	2 (Independente)
Temperatura máxima	300°C
Volume de impressão	300x250x 200mm
Peso Bruto	52 kg
Programas	FlashPrint



*Figura 82 Impressora Flashforge Creator 3 V2
Fonte: Paulo Barros*

A elaboração dos protótipos da primeira ideia iniciou a 15 de maio de 2023 e a impressão de cada dispositivo demorou aproximadamente 50 horas, ou seja, as duas ideias e respetivos módulos demoraram cerca de duas semanas a imprimir. Todo o processo de

impressão, desde a passagem dos ficheiros Solidworks⁴⁵ para FlashPrint⁴⁶ e a supervisão dos dispositivos durante as duas semanas, foi realizada pelo técnico da ESTG, Rúben Couto e o membro da equipa do projeto Paulo Barros.

Durante as semanas de impressão surgiram sempre percalços, uma vez que a criação dos suportes de impressão, acabaram por ser imprevisíveis, necessitando de algumas tentativas falhadas para aperfeiçoar o protótipo.



Figura 83 Protótipo impresso do módulo de conforto térmico da segunda ideia do conceito 1
Fonte: Paulo Barros



Figura 84 Protótipo impresso do módulo de conforto térmico da segunda ideia do conceito 3
Fonte: Paulo Barros



Figura 85 Protótipo impresso do módulo da qualidade do ar interior da segunda ideia do conceito 1
Fonte: Paulo Barros



Figura 86 Protótipo impresso do módulo da qualidade do ar interior da segunda ideia do conceito 3
Fonte: Paulo Barros

⁴⁵ Solidworks é um software de CAD 3D, ou seja, a partir de operações geométricas é possível a criação de formas tridimensionais.

⁴⁶ Flashprint é um software que permite converter arquivos de imagem 2D como fotos e desenhos jpg, png, em modelos 3D. Este programa foi o responsável pela leitura da modelação pela impressora.

Simultaneamente à elaboração dos protótipos foram realizados os *renders* finais como imagens de apoio aos objetos finais (Figura 87 e Figura 88), uma vez que a elaboração destes se atrasou, devido a uns problemas durante a impressão, impossibilitando a apresentação de todos os protótipos no documento em vigor.



Figura 87 Render Final da segunda ideia do primeiro conceito
Fonte: Autores



Figura 88 Render Final da segunda ideia do primeiro conceito
Fonte: Autores

Apesar dos percalços e imprevistos da impressão, a realização dos protótipos, mesmo incompletos, garantiu a validação de todo o processo projetual, desde o uso das metodologias à geração de ideias.

Capítulo VII- Conclusão

A presente investigação tem como principal objetivo a realização de três dispositivos IoT de medição da qualidade do ar, ao mesmo tempo que possibilita o cruzamento entre as áreas da engenharia e do design. Ao longo do desenvolvimento deste projeto foram realizadas várias reuniões de aprendizagens e conclusões, pertinentes para todos os domínios, compreendidos na investigação. Neste sentido foi necessário que a investigação em design fosse fundamentada através de fases distintas, compreendidas como metodologias.

No capítulo introdutório foram mencionados os aspetos base de toda a investigação, entre eles o objeto e problemática de estudo, as questões e objetivos que se pretende resolver e as metodologias utilizadas. As metodologias empregues tornaram-se num fator de planeamento do projeto, bem como estimuladoras do vínculo entre as equipas presentes e colaboradoras na formulação de respostas às questões da investigação.

A utilização do processo e métodos do design thinking permitiu um planeamento mais rigoroso da investigação, percebendo a diferença de cada fase. Para além disto, esta metodologia, em particular, tem em consideração que o processo de design não é organizado nem tem uma ordem sucessiva, permitindo assim avanços e recuos pelos processos, dando à equipa, oportunidade para possíveis revisões e correções de erros.

A metodologia do design participativo, tal como o nome indica, estimula a participação de todos os envolventes do projeto no processo de design. Através desta metodologia podemos beneficiar da criação de um vínculo mais profundo entre as diversas áreas intervenientes no projeto. Tendo sido esta a responsável pela resposta à questão de investigação, sobre a mais-valia da multidisciplinidade num projeto em design. A simbiose das duas metodologias permitiu que ambas se complementassem tornando este projeto mais completo. O design thinking foi pertinente para a investigação, no sentido em que permitiu um planeamento e métodos, enquanto o design participativo atuou na união entre áreas de design e engenharia, enriquecendo todo o processo projetual.

O segundo capítulo da investigação, passa pelo estudo e entendimento da tecnologia IoT, explorando as suas vantagens e desvantagens, os seus produtos e importância do design neste âmbito de estudo. A tecnologia IoT, apesar de ter sido descoberta nos finais do século XX, a sua presença ainda não está assinalada no dia a dia de muitos consumidores.

Durante o estudo sobre produtos IoT foi possível responder a duas questões de investigação, compreendendo, assim, que é por meio do uso e importância do design que se formam vínculos pertinentes para o desenvolvimento de um produto IoT. A importância do design na concepção destes produtos, surge na medida, em que se torna fundamental uma disciplina que demonstre preocupação com a estética e as necessidades do utilizador. Dado que, estes dispositivos são maioritariamente desenvolvidos por equipas ligadas à área da engenharia, âmbito com uma preparação mais pragmática e direcionada para o melhor resultado técnico possível, acabando por não ponderar questões, que o design tem como fundação, tais como, a preocupação com as necessidades do utilizador, a relação das pessoas com o produto e a estética do próprio dispositivo e do ambiente que o envolve.

Posto isto, de modo a garantir que o utilizador fosse considerado no desenvolvimento do produto em questão, no quarto capítulo, foi criado um questionário que permitiu uma aproximação e a geração de um vínculo entre a temática e o utilizador. O resultado do questionário possibilitou ao designer novas perspetivas, como por exemplo a perceção de problemas em produtos atuais do mercado que não devem ser repetidos.

A prototipagem foi o assunto abordado no último capítulo de investigação, do qual foram obtidas duas soluções. Estas soluções são o resultado dos princípios, pensamentos e metodologias estudados ao longo da investigação, acabando assim por validar todo o processo de design até agora desenvolvido. Respondendo, consequentemente, à questão de investigação relativa à confirmação da ligação entre o design e a engenharia. A realização de protótipos acabou por provar todo o processo multidisciplinar e metodológico, realizado durante a investigação, sendo a prova física do seu processo.

Os capítulos não referenciados, neste capítulo de reflexão, relativos aos casos de estudo, trabalho de campo e geração de ideias auxiliaram a fundamentar uma solução para as questões de investigação, bem como alcançar os objetivos pretendidos do projeto em vigor.

Concluindo de uma forma genérica, este processo orientado por um método estimulou a prática de design, unindo o conhecimento técnico ao conhecimento prático, comprovando a importância das ligações entre o contexto produtivo e o contexto académico, bem como a multidisciplinariedade das áreas promovendo assim uma maior preparação para o mercado de trabalho e validando toda o processo de investigação.

Futuramente, como bolsista de investigação na atividade RnHealthTECH, aspira-se a continuação do desenvolvimento, investigação e documentação das tarefas propostas,

uma vez que ainda é necessário o acompanhamento da área de design na concepção e aperfeiçoamento do trabalho até agora desenvolvido.

Desta forma, espera-se que a atividade desenvolva para a próxima fase, assegurando a impressão e validade dos protótipos com os devidos testes de utilizadores e em ambientes que disponham de todos os fatores essenciais para a o cálculo dos gases em vigor. Para além disto, será necessário a documentação de todos os dados obtidos, ao longo do desenvolvimento do estudo, através da elaboração e publicação de artigos científicos, com o objetivo de dar a conhecer tanto o projeto como os métodos e técnicas utilizados à comunidade académica.

Finalizando as tarefas como bolsista, espera-se que o projeto continue a evoluir, acompanhando a tecnologia e as necessidades dos utilizadores, elaborando produtos cada vez mais inovadores.

Capítulo VIII- Bibliografia

- Vitsoe. (2023). *About Dieter Rams*.
<https://www.vitsoe.com/gb/about/dieter-rams>
- Vitsoe. (2023). *The Power of Good Design*
<https://www.vitsoe.com/gb/about/good-design>
- Ada, L. (2022). *Adafruit SGP30 TVOC/eCO2 Gas Sensor*. Adafruit Industries.
<https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-sgp30-gas-tvoc-eco2-mox-sensor.pdf>
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2021). *Radão*.
<https://apambiente.pt/radao>
- World Health Organization. (2021). *Air Pollution*.
https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2
- An introduction to design thinking: Process Guide*. (2010). Hasso Plattner Institute of Design .
- Ansaldò, M. (27 de Agosto de 2018). *Awair 2nd Edition review: The popular air-quality monitor gets an upgrade*. TechHive.
<https://www.techhive.com/article/583419/awair-2nd-edition-review.html>
- Arnot, C. (5 de setembro de 2011). Did 1950s women watch daytime TV?. *Jornal The Guardian*.
<https://www.theguardian.com/education/2011/sep/05/fifties-women-daytime-tv>
- Awair. (19 de Novembro de 2019). *Introducing Awair Element*.
<https://www.getawair.com/blog/introducing-awair-element>
- Awair. (s.d.). *Awair Display Modes*. Awair Support:
<https://support.getawair.com/hc/en-us/articles/215089727-Awair-s-Display-Modes>
- Awair. (2022). *Awair Element Air quality monitoring that fits your lifestyle*.
<https://www.getawair.com/products/element>
- Campana. (2021). *BD Barcelona Design*.
<https://estudiocampana.com.br/pt/licensed-artworks/bd-barcelona-design/>
- Boruslawski, P. (28 de Maio de 2015). be aware of the air you breathe with bitfinder awair. *Revista Design Boom*.
<https://www.designboom.com/technology/bitfinder-awair-05-28-2015/>

- SVA MFA Products of Design. (s.d.). *Brand New MoMA Product Launches: "Fenestras" Bookends by Alumna Eugenia Ramos Alonso!*
<https://productsofdesign.sva.edu/blog/moma-fenestra-bookends>
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*.
- Brown, T. (2009). *Change by Design*. Harper Collins.
- Caula, R. (25 de Julho de 2014). Sense Smart tracker and alarm monitor your sleeping behavior and environment. *Revista Design Boom*.
<https://www.designboom.com/technology/sense-smart-sleep-tracker-alarm-07-25-2014/>
- Coskun, M., & Abdullah, T. (Dezembro de 2018). Internet of Things on the Axis of Design and Technology Interaction: IOT Products as a New Product Paradigm. *Online Journal of Art and Design*.
- Flashforge. (s.d.). *Creator 2*.
<https://www.flashforge.com/product-detail/flashforge-creator-3-fdm-3d-printer>
- Linx Technologies. (2022). *CW-RCS Series 915 MHz Right-Angle Whip Antenna*.
<https://linxtechnologies.com/wp/wp-content/uploads/ant-916-cw-rcc-ccc-pb.pdf>
- Jornal Aurora do Lima. (25 de agosto de 2021). *Escola Superior de Tecnologia e Gestão e Escola Superior de Saúde do Politécnico de Viana do Castelo desenvolvem projeto R.Health.TECH*.
<https://www.auroradolima.com/featured/escola-superior-de-tecnologia-e-gestao-e-escola-superior-de-saude-do-politecnico-de-viana-do-castelo-desenvolvem-projeto-rn-health-tech/>
- Evans, D. (2011). *A Internet das Coisas: Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo*. Cisco.
- Brooklyn Museum. (s.d.). *Figure of Shu*.
<https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/117533>
- Godoi, M., & Araújo, L. (30 de junho de 2019). A Internet das Coisas: evolução, impactos e benefícios. *Revista Interface Tecnológica*, 16 (1), (p. 19-30)
- Greaves, D. J. (2011). *System on Chip Design and Modelling*. University of Cambridge Computer Laboratory.
- Ambient Diect. (s.d.). *Hay PC Portable Lamp with Battery*.
https://www.ambientedirect.com/en/hay/pc-portable-lamp-with-battery_pid_1307185.html
- Hello Studio. (13 de Junho de 2015). *Sense: Know More. Sleep Better*. Kickstarter.

<https://www.kickstarter.com/projects/hello/sense-know-more-sleep-better>

Hislop, M. (19 de outubro de 2016). Netatmo by Philippe Starck, a smart radiator valve with voice control. *Revista Design Boom*.

<https://www.designboom.com/technology/netatmo-by-philippe-starck-smart-radiator-valves-10-19-2016/>

World Health Organization. (28 de novembro de 2022). *Household air pollution and health*.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>

Jamaludin, M., Zulkapli, M., Abidin, & Shahrman. (2013). The characteristic of form in relation to product emotio. *International Conference on Engineering and Product Design Education*, (p. 716-721). Dublin, Ireland.

Kumar, V., Kirti, & Sharma, A. (2017). Impact of Internet of Things on Society. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, (p. 1 a 4).

Kwiatkowski, R., & Zaboura, M. (9 de Setembro de 2016). Netatmo by Starck. *Comunicado de Imprensa Netatmo unveils the Smart Radiator Valves*, (p. 4).
<https://www.starck.com/00DATA/cms/news/attachments/79u4zmljtxvydemuh09.pdf>

Design is this Blog. (2010). *Lexon Flow Radio - a minimalistic transparent FM radio by Philip Wong*.

<https://www.designisthis.com/blog/en/post/lexon-flow-radio/amp>

Norman Copenhagen. (2019). *Little Bird*.

<https://www.normann-copenhagen.com/en/en/Product/Product-Collections/Little-Bird>

Teledyne Flir. (15 de março de 2023). *LWIR Micro Thermal Camera Module Lepton*.

<https://www.flir.eu/products/lepton/>

Matos, J. (2014). *Qualidade do Ar Interior em Ambiente Hospitalar: Identificação de Poluentes, Fontes e Estratégias para a Otimização dos Serviços de Saúde*. (Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia). Repositório da Universidade Nova.

<http://hdl.handle.net/10362/12321>

Mendes, J. (2021). *Design e sustentabilidade na academia : o caso prático da redução do consumo de garrafas de plástico na comunidade IPVC*. (Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo). Repositório Científico IPVC.

<http://hdl.handle.net/20.500.11960/2620>

Mihailidis, P., & Gamwell, A. (2018). *Participatory Design Process Book*. Make Foia Work.

- Norman, D. (2004). *Emotional Design*. Nova Iorque: Basic Books.
- Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things*. Nova Iorque: Basic Books.
- Ortiz, R. (13 de maio de 2021). *O que é o render? Um guia para a visualização 3D*. TotalCAD
<https://blog.totalcad.com.br/o-que-e-o-render-um-guia-para-a-visualizacao-3d/>
- Parenti, D. (s.d.). *Birth of Venus*. Le Gallerie degli Uffizi
<https://www.uffizi.it/en/artworks/birth-of-venus>
- Parteek. (16 de março de 2016). A Review Paper on IOT Advantages and Disadvantages. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 441-443.
- Patel, K., & Patel, S. (2016). Internet of Things- IOT: Defenition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, (p.6122- 6131).
- Pektas, C. (2020). *The "Form Follows Function": An Oath to the Material in Bauhaus*, (p.1- 4).
https://www.academia.edu/43267447/The_Form_Follows_Function_An_Oath_to_the_Material_in_Bauhaus
- Povel, F. (3 de Junho de 2016). PorceLAN by rosenthal brings beauty to connectivity. *Revista Design Boom*.
<https://www.designboom.com/design/porcelan-router-vase-ferdinand-povel-rosenthal-06-03-2016/>
- GroupGets. (28 de maio de 2021). *Pure Thermal 2*.
<https://groupgets-files.s3.amazonaws.com/PT2/PureThermal%20%20-%20Datasheet%20-%201.7.pdf>
- Rams, D. (dezembro de 1976). *Design by Vitsoe*. (Comunicação Oral). Jack Lenor Larsen's New York Showroom.
https://www.vitsoe.com/site/download/17/VITSOE_Dieter_Rams_speech.pdf
- Raspberry Pi. (s.d.). *Raspeberry Pi Zero W*.
<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-zero-w/>
- Radon FTLab. (s.d.). *RD200M: High- performance radon sensor*.
<http://radonftlab.com/radon-sensor-product/radon-sensor/rd200m/>
- Opidell's. (15 de janeiro de 2013). *Retro TV Computer Desk Beafore and After*.
<https://opidells.com/tag/vintage-television/>

- Rodgers, B. (6 de Junho de 2016). *Design | Tech and Nature go hand- in - hand with Rosenthal's PorceLAN*. Cfile.Capsule
<https://cfileonline.org/design-tech-nature-go-hand-hand-ferdinand-povels-porcelan/>
- Rowland, C., Goodman, E., Charlier, M., Light, A., & Lui, A. (2015). *Designing Connected Products: UX for the consumer Internet of Things*. Estados Unidos da America: O'Reilly.
- Sensirion. (maio de 2020). *Datasheet Sensirion SCD30 Sensor Module*.
https://sensirion.com/media/documents/4EAF6AF8/61652C3C/Sensirion_CO2_Sensors_SCD30_Datasheet.pdf
- Sullivan, L. H. (1896). The Tall Office Building Artistically Considered. *Lippincott's Magazine*, 57.
- Tamura, N. (14 de abril de 2023). *TKI | Established & Sons*. Não
<https://naotamura.com/projects/tiki-establishedsons/>
- Rosenthal. (s.d.) *PorceLAN The First Vase to go online with*.
<https://www.forthjury.de/porcelan/>
- Guggenheim. (15 de novembro de 2022). *The Frank Lloyd Wright Building*.
<https://www.guggenheim.org/the-frank-lloyd-wright-building>
- Living Internet. (21 de outubro de 2022). *The Internet Toaster*.
https://www.livinginternet.com/i/ia_myths_toast.htm
- Semantic Scholar. (21 de outubro de 2022). *Toast of the IoT: The 1990 Interop Internet Toaster*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Toast-of-the-IoT%3A-The-1990-Interop-Internet-Toaster/Romkey/412f5a0d6474cd951e4795f0fa94567187e96e87>
- Netatmo. (s.d.). *Válvula Termostática Inteligente Adicional*.
<https://www.netatmo.com/pt-pt/additional-smart-radiator-valve>
- Van der Velden, M. (2015). *Participatory Design and Design Values* . Springer.
- Awair Support. (s.d.). *What is Awair Element?*
<https://support.getawair.com/hc/en-us/articles/360038743534-What-is-Awair-Element->

10. Apêndices

10.1. Apêndice 1- Briefing

Data: 01/09/22

1

Briefing Projeto RNHealthTech

Responsável pelo Briefing: Inês Freitas

Identificação do Projeto

Nome do projeto: O Design aplicado ao desenvolvimento de produtos IoT para ambientes inteligentes

Responsável: Inês Freitas

Produto/Serviço: Produto

Breve história:

É de conhecimento geral que o ar é um elemento essencial ao homem, contudo a poluição deste nos últimos anos, tem-se revelado um problema *"a poluição do ar, ambiente e doméstico é responsável por cerca de 7 milhões de mortes prematuras, anualmente"*. (OMS, 2021) Uma elevada exposição a certos gases, pode ser bastante preocupante para a saúde, ainda mais, se estivermos expostos no interior de um edifício, *"Nas últimas décadas, um número crescente de evidências científicas indicam que o ar no interior de habitações e outro tipo de edifícios pode ser muito mais poluído que o ar exterior, mesmo nas cidades mais industrializadas"* (EPA, 1995) cita in (Matos, 2014). Em Portugal, especialmente na região norte, o radão, gás radioativo natural, contribuiu para a problemática da alta contaminação do ar interior, sendo este o segundo maior contribuidor para a causa do cancro no pulmão.

Desta forma, este projeto visa contribuir para a investigação em design através do desenvolvimento do design de exterior de três dispositivos de medição rudimentar da qualidade do ar, necessidade apontada pelo projeto RnHealth.TECH, onde se verificou o interesse pelo desenvolvimento de um protótipo, capaz de corresponder as necessidades de um possível consumidor.

Informações dos projetos de investigação

Pontos fortes e atuações:

- 1) Desenvolvimento de um piloto tecnológico no contexto da Internet das Coisas (IoT) que permite efetuar a monitorização online de edifícios, e desta forma sensibilizar a população e as autoridades para a necessidade de adoção de estratégias para uma melhor qualidade do ar interior.
- 2) Criação de 3 dispositivos, modulares, de monitorização da qualidade do ar, onde são analisadas as seguintes características: gás radão, CO₂, gases VOC, temperatura e humidade relativa e ocupação humana.

Outros projetos:

O Projeto RnMonitor, promovido pelo IPVC em co-promoção com Instituto Politécnico do Cávado e do Ave (IPCA), o Instituto de Telecomunicações (IT) e a empresa BMViV.

Ponto/plataforma do projeto/ pesquisa:

<http://rnmonitor.ipvc.pt/>

<http://rnmonitor.ipvc.pt/publications/>

Visão do mercado sobre o projeto:

Viana do Castelo é o “primeiro município do país” a desenvolver um programa de monitorização da qualidade do ar Interior dos 53 edifícios do parque escolar do concelho.

Diferenciais:

O Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC) pretende-se tornar uma instituição de referência nacional e internacional, no estudo, avaliação de risco de exposição ao gás radão e sua consequente mitigação em edifícios.

Campanhas Anteriores:

Workshops: 3rd Workshop on Radon Monitoring and Mitigation Strategies in Public Buildings, Teatro Sá de Miranda, Café-Concerto, 28 January 2020, Viana do Castelo, Portugal

Publicações:

Ph.D. Tese (1)

1. *Felisberto Pereira, “Sensores passivos para aplicações IoT”, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Portugal, 2021.*

Mestrado Tese (3)

1. *Rolando Azevedo, “Processamento de dados para monitorização e mitigação do gás radão”, Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, Barcelos, Portugal, 2021.*
2. *João Silva, Monitorização do Gás Radão num Edifício Escolar Classificado no Alto Minho”, Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal, maio de 2018.*
Repositório: <http://repositorio.ipvc.pt/handle/20.500.11960/2035>
3. *Lúcia Carvalho, “Avaliação da concentração do gás radão em moradias graníticas no concelho de Barcelos”, Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal, julho 2017.*
Repositório: <http://repositorio.ipvc.pt/alça/20.500.11960/1935>.

Capítulos de livro (1)

1. **R. Azevedo, JP Silva, N. Lopes, A. Curado e Sérgio I. Lopes (2021)**, "Avaliação de curta duração do gás radão interior em edifícios públicos graníticos: uma abordagem multiparâmetros. In: Rodrigues H., Gaspar F., Fernandes P., Mateus A. (eds) *Sustentabilidade e Automação em Construções Inteligentes. Avanços em Ciência, Tecnologia e Inovação (IereK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)*, Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-35533-3_50

Periódicos com Fator de Impacto (2)

1. **F. Pereira, SI Lopes, NB Carvalho e A. Curado (2020)**, "RnProbe: a LoRa-enabled IoT Edge device for Integrated Radon Risk Management", IEEE Access, EUA.
DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3036980 (Aceito em 28/10/2020),
Fator de Impacto JCR (2019): 3,745 SJR (2019): 0,78 (Q1) A ser indexado no Scopus WOS CrossRef
2. **A. Curado, JP Silva e SI Lopes (2020)**, "Radon risk assessment in a low energy energy building: A dosimetric approach for Effective Risk Management", Energy Reports, Volume 6, Suplemento 1, Páginas 897-902, ISSN 2352-4847.
Fator de Impacto JCR (2019): 3,595 SJR (2019): 0,65 (Q1) DOI: 10.1016/j.egy.2019.11.155 Indexado em: Scopus WOS CrossRef

Outras Publicações Indexadas (13)

1. **P. Martins, SI Lopes, F. Pereira e A. Curado (2020)**. *RnMonitor: uma plataforma habilitada para IoT para gerenciamento de risco de radônio em edifícios públicos*. H. Santos et al. (Eds.): *SmartCity 360 2019, LNICST 323*, pp. 1-6, 2020. *Ciência e Tecnologias para Cidades Inteligentes. Publicado por Springer Nature Switzerland AG, 2020.*
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-51005-3_6
2. **SI Lopes, S. Bogers, PM Moreira e A. Curado (2020)**. *Uma abordagem de análise visual para percepção eficaz do risco de radônio na era da IoT*. H. Santos et al. (Eds.): *SmartCity 360 2019, LNICST 323*, pp. 1-12, 2020. *Ciência e Tecnologias para Cidades Inteligentes. Publicado por Springer Nature Switzerland AG 2020.* DOI: LNICST 323, pp. 1-12, 2020.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-51005-3_10
3. **R. Azevedo, JP Silva, N. Lopes, A. Curado e SI Lopes (2020)**, *Estudo de curta duração do gás radão interior num edifício escolar de granito: uma análise comparativa dos períodos de ocupação*. In: H. Santos et al. (Eds.):

SmartCity 360 2019, LNICST 323, pp. 1–10, 2020. Ciência e Tecnologias para Cidades Inteligentes. Publicado por Springer Nature Switzerland AG 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-51005-3_9

4. **A. Curado, JP Silva e SI Lopes** (2020), “Redução do Risco de Radão em Edifícios Públicos com Ocupação Regular: Um Estudo de Caso na Região do Minho, Portugal”, *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*, Volume 503, DOI: 10.1088/1755-1315/503/1/012068
5. **A. Curado, JP Silva e SI Lopes** (2019), “Análise de risco de radônio em um conjunto de edifícios públicos na região do Minho, Portugal: do monitoramento de curto prazo à avaliação do risco de radônio”, *Procedia Structural Integrity*, Volume 22, Páginas 386–392, ISSN 2452-3216, DOI: 10.1016/j.prostr.2020.01.048
6. **SI Lopes, PM Moreira, AM Cruz, P. Martins, F. Pereira e A. Curado** (2019), “RnMonitor: a WebGIS-based platform for agil in situ deployment of IoT edge devices and Effective Radon Risk Management,” *2019 IEEE Conferência Internacional de Cidades Inteligentes (ISC2)*, Casablanca, Marrocos, pp. 451–457, DOI: 10.1109/ISC246665.2019.9071789
7. **F. Pereira, SI Lopes e NB Carvalho** (2019), “Design of a Cost-Effective Multimodal IoT Edge Device for Building Occupancy Estimation”, *2019 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, Casablanca, Marrocos, 2019, pp. 122–128. DOI: 10.1109/ISC246665.2019.9071717
8. **A. Curado, JP Silva e SI Lopes** (2019), “Radon Risk Management in Public building in Noroeste de Portugal: da caracterização de curto prazo ao projeto de ações específicas de mitigação”, *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Volume 8 (1), 2019, Páginas 90–96, ISSN 2277-3878. DOI: 10.1617/vol6iss5pid001001
9. **SI Lopes, F. Pereira, JMN Vieira, NB Carvalho e A. Curado** (2019), *Projeto de Dispositivos LoRa Compactos para Aplicações em Edifícios Inteligentes*. In: Afonso J., Monteiro V., Pinto J. (Eds.) *Green Energy and Networking. GreeNets 2018. Notas de Aula do Instituto de Ciências da Computação, Informática Social e Engenharia de Telecomunicações*, vol 269, pp 142–153, ISSN 1867-8211, Springer, Cham, DOI: 10.1007/978-3-030-

12950-7_12

10. **F. Pereira, SI Lopes, JMN Vieira, NB Carvalho e A. Curado** (2018), "Using Compact LoRa Devices for In-Building Communications", *Proceedings of the 4th Smart City 360° Summit Demos, Guimarães, Portugal*, 21 – 23 Novembro de 2018, EAI 2019, ISBN: 978-1-63190-172-0, ISSN: 2593-7650. DOI: 10.4108/eai.21-11-2018.2280604
11. **SI Lopes, A. Cruz, PM Moreira, C. Abreu, JP Silva, N. Lopes, J. Vieira e A. Curado** (2018), "Sobre o projeto de um Sistema Ciber-Físico Human-in-the-Loop para monitoramento on-line e mitigação ativa da concentração interna de gás Radon", *2018 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Kansas City, MO, EUA*, pp. 1-8. DOI: 10.1109/ISC2.2018.8656777,
12. **SI Lopes, JP Silva, A. Antão e A. Curado** (2018). "Caracterização a Curto Prazo da Concentração de Radão do Ar Interior num Mosteiro do Século XII convertido em Edifício Escolar", *Energy Procedia*, Volume 153, 2018, Páginas 303-308, ISSN 1876-6102. DOI: 10.1016/j.egypro.2018.10.036
13. **A. Curado, JP Silva, L. Carvalho e SI Lopes** (2017), "Avaliação da Concentração de Radão Interior num Conjunto de Moradias Unifamiliares: Estudo de Caso realizado em Barcelos, Norte de Portugal", *Energy Procedia*, Volume 136, Páginas 109- 114, ISSN 1876-6102. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.10.295

Publicações Não Indexadas (7)

1. **A. Curado, SI Lopes** (2019), "O Gás Radão em Edifícios Escolares: da Caracterização à Mitigação", *CCS 2019 – 1.ª Conferência Campus Sustentável. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)*, 31 de outubro de 2019, Porto, Portugal.
URI: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/123291/3/362107.2.pdf>
2. **A. Curado, JP Silva, SI Lopes**, "Redução do risco de radônio em edifícios públicos com ocupação regular: um estudo de caso na região do Minho, Portugal", *SBE Temuco 2019 – Ambiente sustentável e construído: planejamento urbano, problemas globais e políticas locais*, outubro 16-18, Temuco, Chile.
URL: <https://sbe19temuco.cl/parallel-sessions/>

3. **A. Curado, JP Silva, SI Lopes**, "Radon Risk Assessment in a High-Occupancy School Building: a dosimetric approach for Radon Risk Management", ICEER2019 – 6th International Conference on Energy and Environment Research, 22-25 July 2019, Aveiro, Portugal.
4. **A. Curado, JP Silva, SI Lopes**, "Análise de risco de radônio em um conjunto de edifícios públicos na região do Minho, Portugal: do monitoramento de curto prazo à avaliação de risco de radônio", IRAS2019 – 1º Simpósio Internacional de Análise de Risco e Segurança de Estruturas Complexas e Componentes", 1-2 de julho de 2019, Porto, Portugal.
5. **A. Curado, SI Lopes**, "RnMonitor: Infraestrutura de Monitoramento Online e Estratégias para Mitigação Ativa de Radon do Ar Interno". In Book of Abstracts of CARIBMAT 2018: 2nd Caribbean Conference on Functional Materials, pp 35, Cartagena de Indias, Colômbia, 6-9 de fevereiro de 2018. URL: <http://cultura.fis.ucm.es/caribmat/index.php/pt/abstract-book>.
6. **JP Silva, A. Curado, G. Coelho, SI Lopes**, "Avaliação da concentração de radão interior de uma antiga casa senhorial em granito requalificada como escritório no centro histórico de Viana do Castelo, Portugal". No livro de resumos do TEERAS2017: Third East-European Radon Symposium 2017, 15-19 May 2017, Sofia, Bulgária, url: http://eprints.ugd.edu.mk/17945/2/Teeras_2017.pdf
7. **A. Curado, SI Lopes**, "Impacto da ocupação humana na concentração de radão interior: um estudo baseado em medições in situ para um conjunto de agregados familiares no Alto-Minho, Portugal", Actas da 4ª Conferência Europeia sobre Comportamento e Eficiência Energética : Behave 2016 : INESC Coimbra – Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra & ADENE – Agência Portuguesa da Energia, Editado por Marta AR Lopes, Coimbra, Portugal, 8-9 de setembro de 2016, ISBN (Eletrónico) 978-989-95055- 9-9. URL: <https://www.researchgate.net/publication/313059490>

O Projeto

Objetivo Principal:

- Responder à necessidade apontada pelo projeto RnHealth.TECH, onde se verificou o interesse pelo desenvolvimento do invólucro, dos seus dispositivos IoT, apresentando um design funcional, prático, intuitivo e agradável, para um possível consumidor.

Objetivos Secundários:

- Demonstrar a importância do design no desenvolvimento de dispositivos IoT;
- Planear de acordo com as necessidades do utilizador;
- Confirmar o benefício da simbiose entre a área do design e a área da engenharia;
- Aplicar uma metodologia projetual, que se demonstre vantajosa e proveitosa, entre o design e a engenharia, facultando a troca de informações, ideias, métodos e soluções;
- Usar a multidisciplinariedade entre diversas áreas como vantagem para esta investigação em design;
- Desenvolver um protótipo;
- Se possível, analisar e entender questões ergonómicas, de usabilidade e operabilidade para uma melhor interação do produto com o utilizador.

Prazo: Entrega prevista para finais de maio de 2023

Estratégia Criativa

Descrição do Mercado: Viana do Castelo, Região Norte de Portugal, edifícios públicos e privados;

Target/Audiência: Público comum que necessita do produto para variados contextos.

Personalidade da Marca/material: Serviço onde disponibilizam uma gama de dispositivos IoT para medição e notificação da qualidade do ar.

Complementares: Aplicação (App) que fará toda a análise e notificará o utilizador.

Reação desejada do consumidor

Comportamento: Ao analisar os produtos o consumidor deve entender, de forma intuitiva, aspetos necessários à funcionalidade do produto, bem como, instalar, conectar, desligar e muito mais.

Atitude: Intuitivo e Interativo.

Requisitos indispensáveis para a execução

Aspetos do Produto: Três dispositivos modulares, constituídos por módulos, capazes de se unirem e desunirem mediante o desejo do consumidor;

- O primeiro a analisa o gás radão, o CO₂, gases VOC e temperatura e humidade relativa presentes na sala.
- O segundo apenas faz sentido caso o consumidor não pretenda o módulo que analisa o gás radão, sendo assim constituído pelos restantes módulos do primeiro dispositivo.
- O terceiro passa pela análise da ocupação humana de uma sala, através da sua camera de infravermelhos.

Ideias norteadoras: Modular, Funcional, Minimalista, Interativo, Emocional, Transparência, Adaptável a ambientes distintos;

Fatores Limitantes/ Restrições:

Formato: Forma quadrangular, regida pelas placas PCB;

Tamanho:

Primeiro dispositivo: 160 mm de altura por 90 mm de largura;

Segundo dispositivo: 50 mm de altura por 90 mm de largura;

Terceiro dispositivo: 50 mm de altura, 70 mm de comprimento e 30 de largura.

Fonte de Energia: Todos os dispositivos têm de ser ligados a uma tomada;

Materiais: Qualquer opção desde que seja viável, exemplo: madeira, plástico, cortiça...

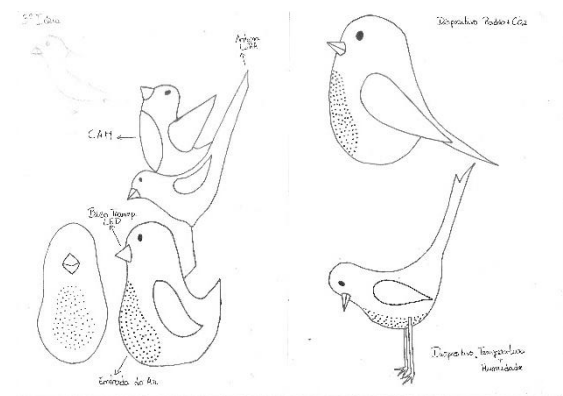
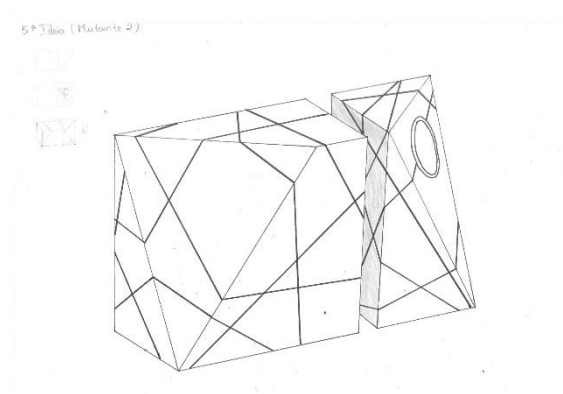
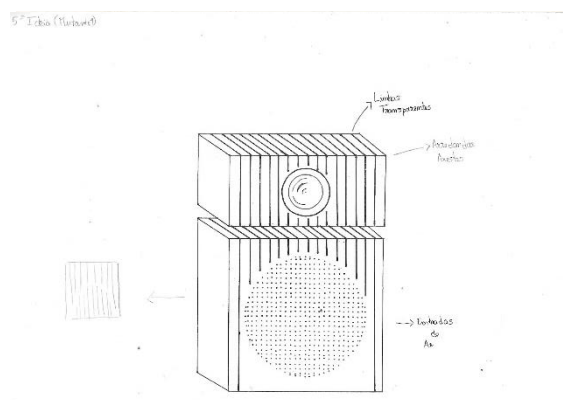
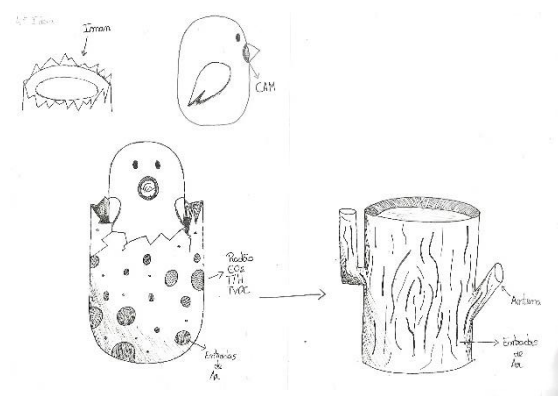
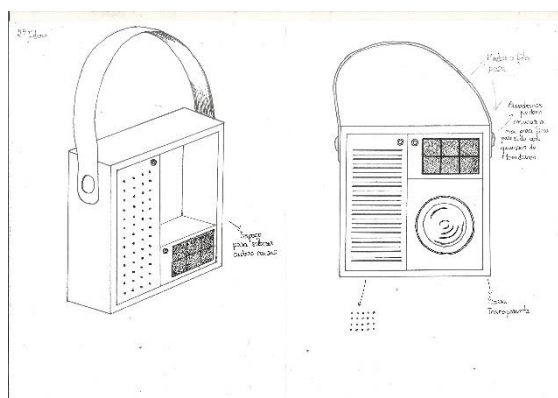
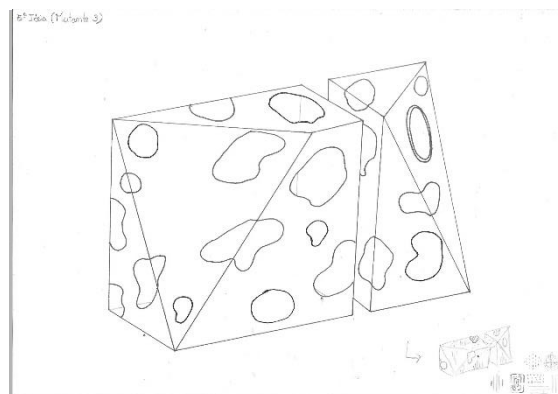
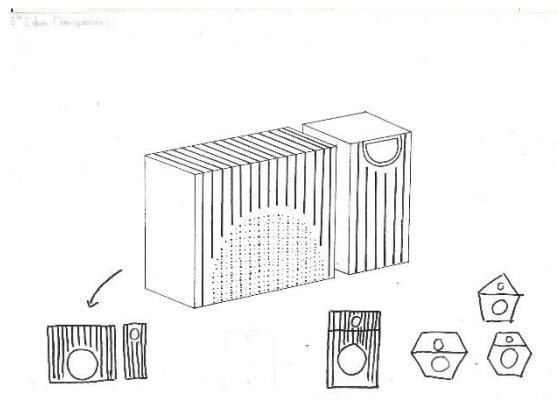
Localização do dispositivo:

Primeiro dispositivo: Longe de entradas de ar, exemplo, centro da sala;

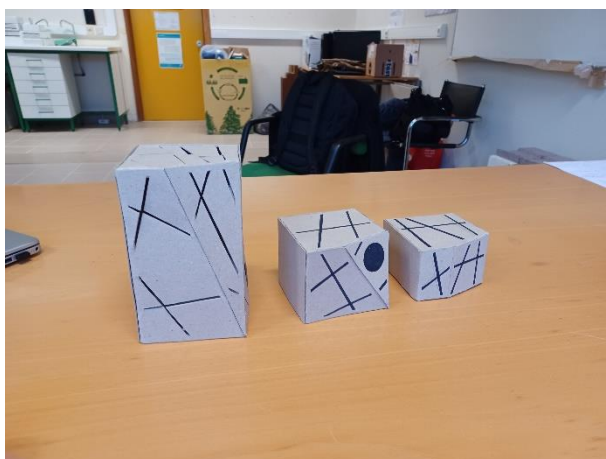
Segundo dispositivo: Longe de entradas de ar, exemplo, centro da sala;

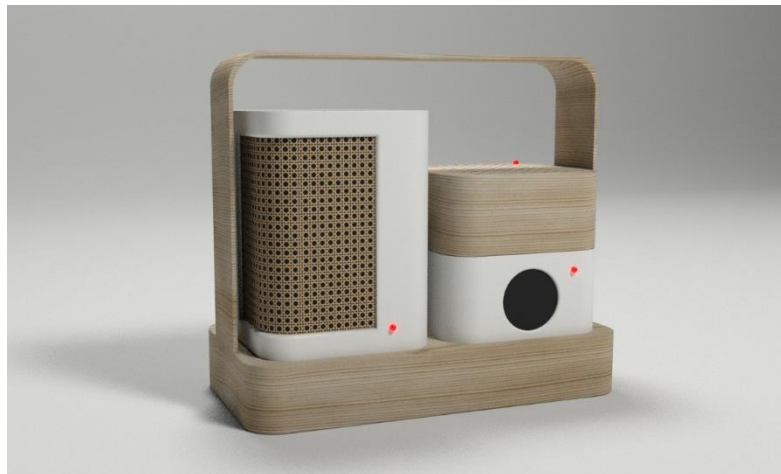
Terceiro dispositivo : Onde tenha uma visão mais ampla do ambiente onde vai ser colocado.

10.2. Apêndice 2- Esquços e Mutantes (Processo Criativo)



10.3. Apêndice 3- Modelos e Renders





10.4. Apêndice 4- Reuniões de Equipa

10.4.1. Primeira Reunião- Explicação dos Módulos e apresentação de ideias base

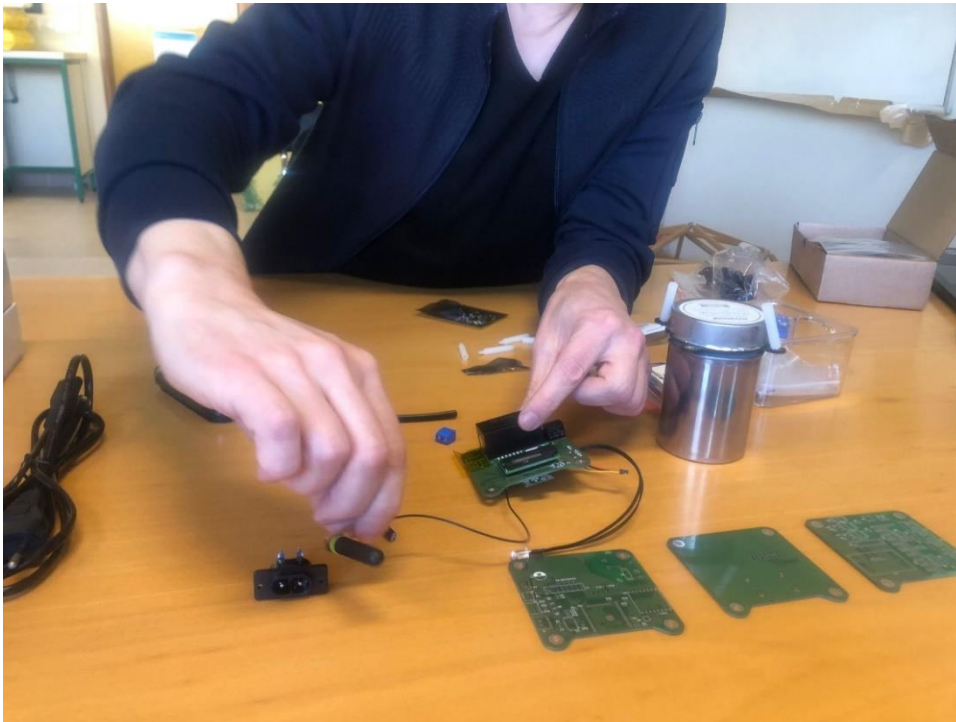
IoT EDGE DEVICE - HARDWARE BLOCK DIAGRAM

MODULE ASSEMBLY

MODULE 1: Thermal comfort and IAQ assessment module

The presentation slide displays a hardware block diagram of an IoT edge device. It shows a central processing unit (CPU) connected to various sensors and actuators. The diagram is divided into three main sections: a top section for the overall system architecture, a middle section for the hardware components, and a bottom section for the module assembly. The module assembly section shows a list of modules, including a thermal comfort and IAQ assessment module, a data logger, and a communication module. The video conference interface on the right shows five participants: Ana Curralo, Sérgio Ivan Lopes, Paulo Barros, Inês Freitas, and another participant whose name is not visible.

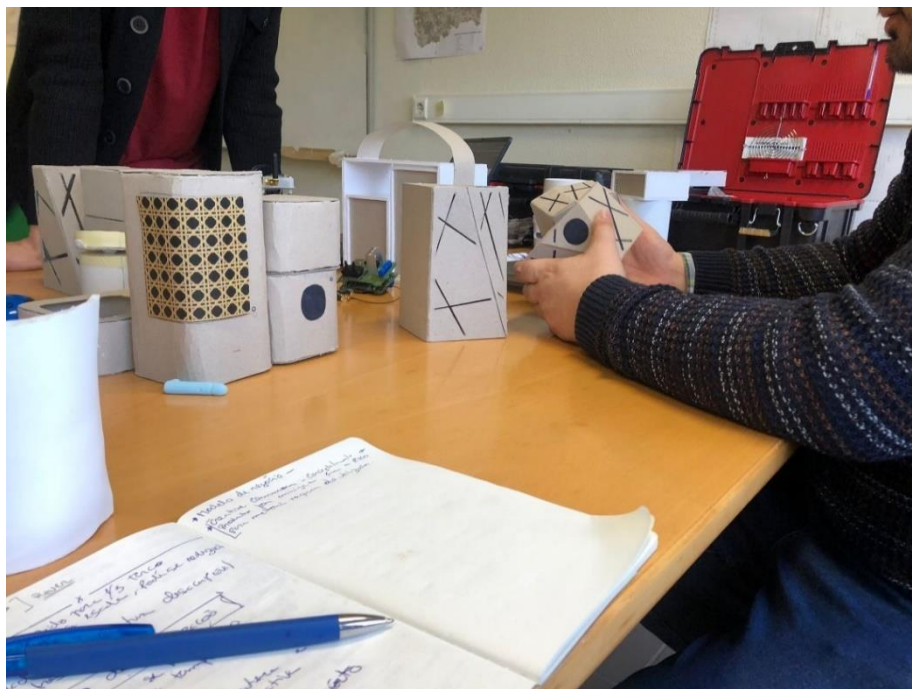
10.4.2. Segunda Reunião- Parte Técnica



10.4.3. Terceira Reunião- Desenhos e primeiros modelos



10.4.4. Quarta Reunião- Seleção das propostas (Parte 1)



10.4.5. Quinta Reunião- Seleção das propostas (Parte 2)

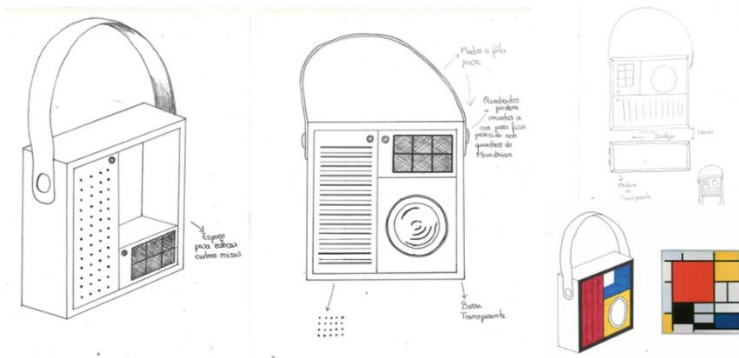
PROPOSTAS DA GERAÇÃO DE IDEIAS

Reunião dia 27 de março de 2023

1. INSPIRAÇÃO



SKETCH



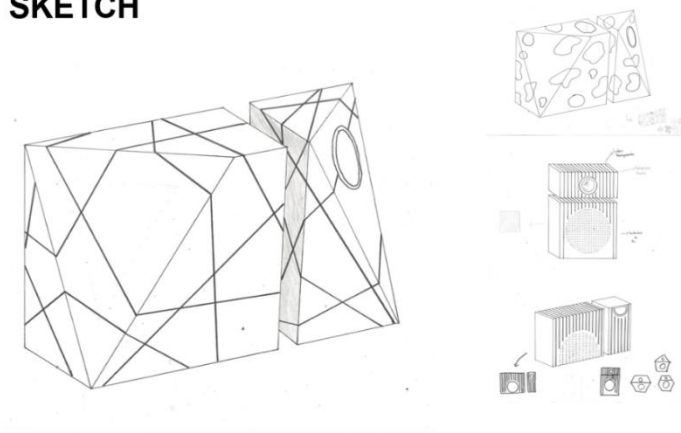
RENDER



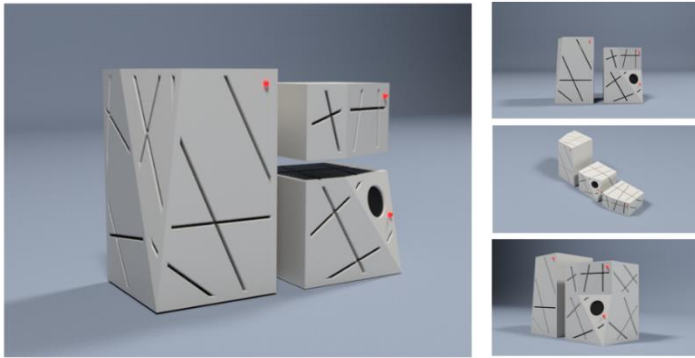
2. INSPIRAÇÃO



SKETCH

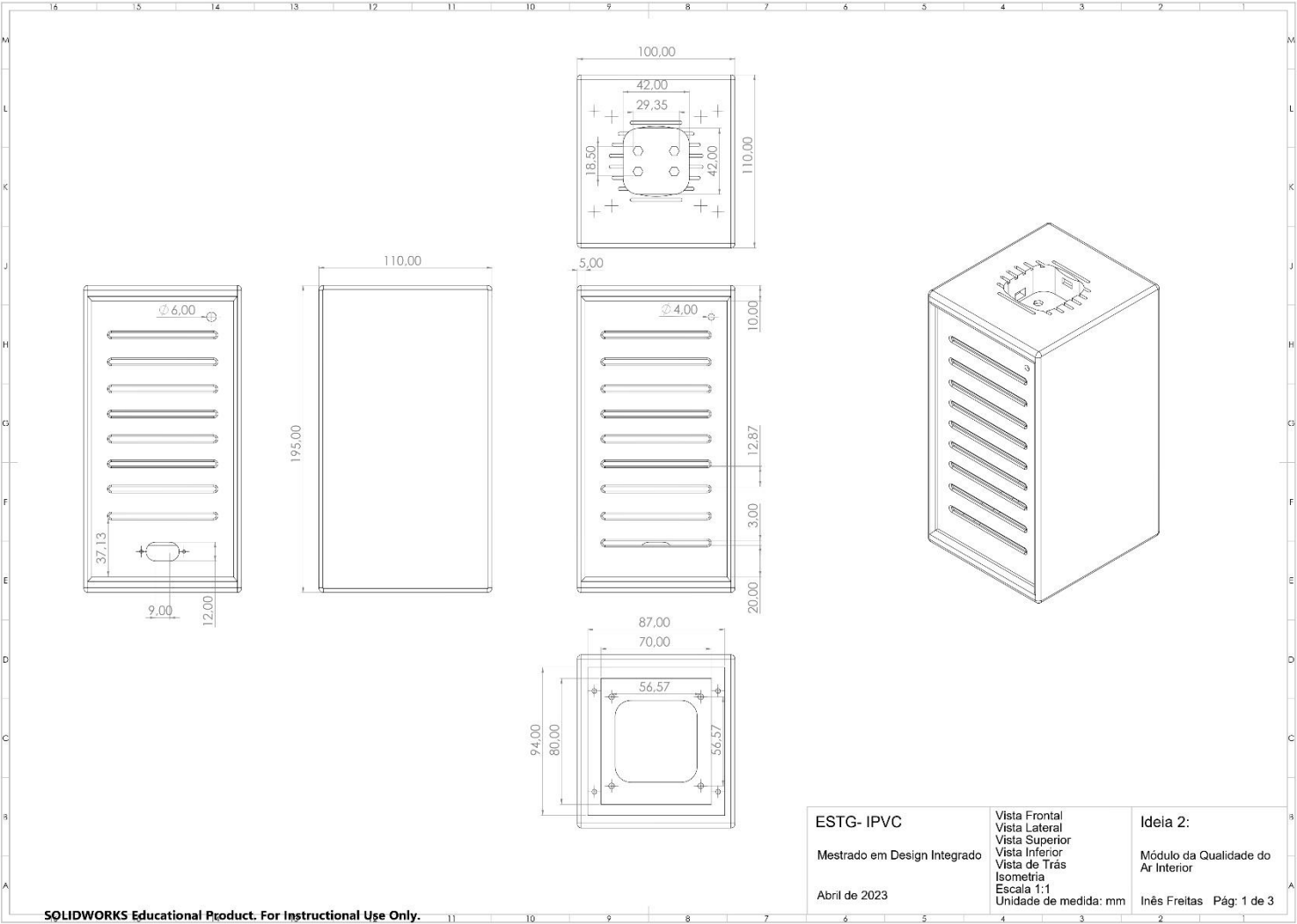


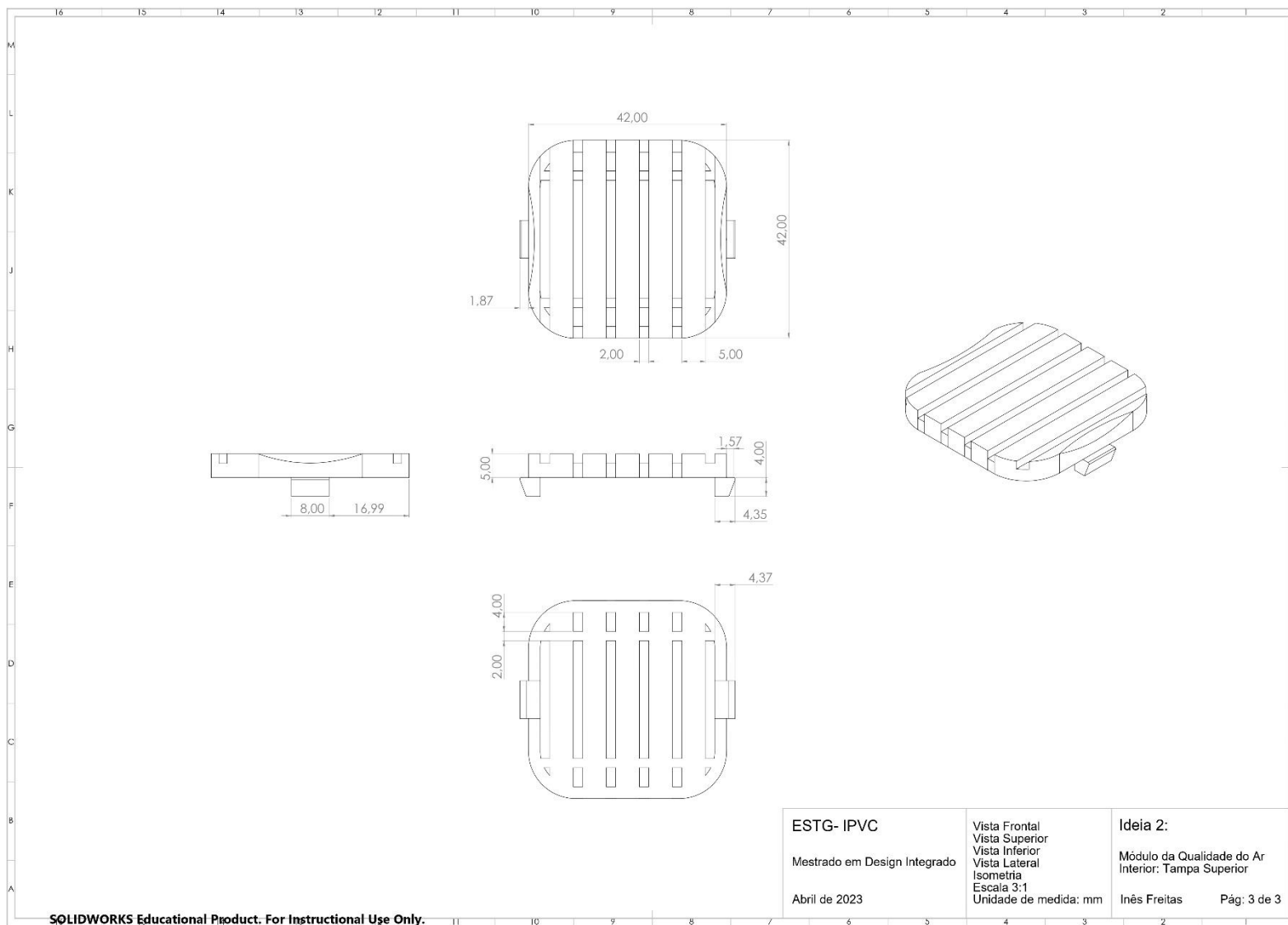
RENDER



Obrigada

10.5. Apêndice 5- Desenhos Técnicos





SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

