



Projeto

Mestrado em Engenharia Conceção e Desenvolvimento

do Produto

Corpo e Interface do Robô Guia NOMAD 200

Susana Paula Filipe Costa

Leiria, março de 2019



Projeto

Mestrado em Engenharia Conceção e Desenvolvimento
do Produto

Corpo e Interface do Robô Guia NOMAD 200

Susana Paula Filipe Costa

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação dos docentes Carlos Fernando Couceiro de Sousa Neves, Irene Sofia Carvalho Ferreira e Carlos Cerqueira Simplicio, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, março de 2019

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Dedicatória

A vida é como um puzzle: Ao longo da vida vamos adquirindo diversas peças que vão encaixando umas nas outras, traçando assim o caminho a seguir. Tudo isto, faz parte das minhas pequenas grandes vitórias.

Concluir o Mestrado era algo impensável quando deixei de estudar aos 14 anos.

Foi um longo caminho para chegar aqui.

Dito isto e não querendo ser pretensiosa, reservando-me o direito de usufruir do meu momento: Dedico a minha tese de mestrado a mim, às minhas filhas, ao meu marido e aos meus pais porque sem eles nada era possível.

Obrigada!

A lógica pode levar de um ponto “A” a um ponto “B”.

A imaginação pode levar a qualquer lugar.

(Albert Einstein)

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Ao contrário do que se possa pensar, escrever uma dissertação não é tarefa fácil, hoje sei isso. Quero agradecer às pessoas que me ajudaram na concretização deste trabalho.

Agradeço ao professor Doutor Carlos Neves, à professora Doutora Irene Ferreira e ao professor Carlos Simplício, pela orientação, supervisão, partilha, paciência, profissionalismo e amizade. Foi uma honra usufruir da vossa sabedoria. Um especial agradecimento à professora Doutora Irene Ferreira, por ter a capacidade nata de tornar tudo tão simples e ultrapassável, possuindo o dom “do desbloqueio”.

Deixo também um agradecimento aos professores com que me cruzei ao longo deste percurso e que me apoiaram e partilharam seus ensinamentos. Agradeço à Eng. Fernanda Carvalho por ser o meu pilar técnico nos últimos meses.

Agradeço ao meu marido e amigo Hugo que sempre foi uma fonte de inspiração para mim. Sem ele, sem a sua ajuda, paciência e dedicação eu não seria a mesma. Agradeço às minhas filhas Érica e Alícia que são os meus maiores tesouros.

Agradeço aos meus pais por serem quem são e por me terem dado as ferramentas que me possibilitaram ser a pessoa que sou hoje. Dos meus pais herdei as minhas melhores qualidades: trabalho e responsabilidade. Agradeço à minha sogra a sua dedicação, carinho, preocupação e incentivo.

E, por fim, agradeço aos meus amigos e colegas de jornada pelas palavras de incentivo, apoio e conselhos, em especial durante a elaboração deste projeto.

Obrigada a todos!

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

São inúmeras as mudanças que vamos assistindo ao longo dos anos, sejam elas a nível social, económico, industrial e/ou comercial. A robótica faz parte da mudança, estando cada vez mais implementada nas mais variadas áreas. Foi neste contexto que esta dissertação foi impulsionada tendo como objetivo principal “reabilitar” o robô Nomad 200 existente no Instituto Politécnico de Leiria (IPLeiria), mais propriamente no laboratório de robótica na Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) em Leiria e, incide na criação de um protótipo para o corpo do robô transformando-o num robô guia com o intuito de no futuro, ser programado para descolar-se de forma autónoma e, receber e acompanhar os visitantes em ambientes interiores.

Para tal, foi adotada uma metodologia estruturada de Conceção e Desenvolvimento (C&D) e aplicadas diversas técnicas de suporte à geração de conceitos de desenvolvimento da solução, tais como, o *Axiomatic Design* e o *Quality Function Deployment* (QFD). Complementarmente, para a identificação dos requisitos e funcionalidades recorreu-se a entrevistas semiestruturadas e à técnica *focus group*. Ao nível da geração e seleção de conceitos foi implementada uma abordagem adaptada do projeto axiomático e complementada pelo QFD. Por último e, ao nível de melhoria e ajuste da solução, foi estudado o comportamento mecânico do material aplicado ao corpo do robô tendo como objetivo perceber e caracterizar o seu nível de desempenho.

Assim, como resultado deste projeto, foi possível atingir os objetivos propostos e criar o protótipo para o robô guia Mr.Go, sendo convicção que em projetos futuros, o robô guia adquira as funcionalidades que fazem parte dos Requisitos Funcionais deste projeto.

Palavras-chave: Robô guia, Metodologias de projeto, Desenvolvimento de produto, Design axiomático e Casa da qualidade.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

Over the years we have seen countless social, economic, industrial and / or commercial changes. Robotics is part of the change and it has been increasingly applied to the most varied areas. This dissertation continues the preceding work of the partial rehabilitation of the existing Nomad 200 robot at the robotics laboratory of the School of Technology and Management in IPLeiria, Leiria. It is focused on the creation of a prototype for the robot body to transform the existing device into a guide robot. Future work may include the programming of routines so that the robot can autonomously welcome and escort visitors in indoor environments.

A project methodology of design and development was adopted and applied along with specific tools to support the generation of ideas, and generation of development concepts for proposed solution, such as Axiomatic Design and Quality Function Deployment (QFD). Complementarily, semi-structured interviews and the focus group technique were used to identify requirements and functionalities for the robot. For concept generation, an adapted from axiomatic design approach was used, complemented by QFD. Finally, to improve and adjust the solution, the mechanical behavior of the material used for the robot prototype was studied, to characterize and evaluate its level of performance.

As a result of this project, it was possible to achieve the proposed objectives and create the prototype for the Mr.Go robot guide. Future projects may add functionalities to the guide robot that are already identified in the functional requirements of this project.

Keywords: Robot guide, Design Methodologies, Product development, Axiomatic design, Quality Function Deployment

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de Figuras

Figura 1 - Robô Pepper [18].	7
Figura 2 - Robô Zenbo [19].	8
Figura 3 - Robô LG guia aeroporto [21].	9
Figura 4 - Robô Keylo [23].	10
Figura 5 - Robô móvel Nomad 200.	15
Figura 6 - Sensor ultrassom instalado no Nomad 200 [4].	16
Figura 7 - Sensor infravermelhos instalado no Nomad 200 [4].	16
Figura 8 - Fases do desenvolvimento do produto [43].	19
Figura 9 – Fases de diferenciação para produto de sucesso [36].	20
Figura 10 - Processo em funil [38].	20
Figura 11 - Os Quatro domínios do design, segundo a Teoria Axiomática [38].	27
Figura 12 - Axiomas do processo de projeto axiomático [52].	28
Figura 13 - Etapas para o preenchimento da matriz de QFD [54].	30
Figura 14 - Figuras gigantes feitas de papel maché no desfile em Espanha "Las Fallas" [58].	32
Figura 15 – Alebrije da autoria de Pedro Linhares (à esq.) e Alebrije em exposição no Museu popular no México (à direita) [62].	34
Figura 16 - Ensaio de flexão em 4 pontos [66].	41
Figura 17 - Ensaio de flexão em 3 pontos [66].	41
Figura 18 - Etapas propostas para o desenvolvimento do produto [43].	43
Figura 19 - Fases do planeamento.	43
Figura 20 - Fases do alinhamento estratégico.	44

Figura 21 - Fases do alinhamento processo desenvolvimento do produto.....	45
Figura 22 - Tabela das fases de desenvolvimento do conceito [76][77].....	47
Figura 23 - Fases do anteprojeto. [41].....	50
Figura 24 - Decomposição em zig zag dos FR e dos RP [95].	51
Figura 25 - Casa da Qualidade (QFD) [36]	52
Figura 26 - Diagrama da Casa da qualidade desde a fase dos requisitos do cliente até a fase final de produção e montagem do produto [37].....	53
Figura 27 - Fases do design e detalhe.....	54
Figura 28 - Fases da validação do produto.....	55
Figura 29 - Processo de zig-zaz entre os requisitos funcionais (RF) e os requisitos de processo (RP).	70
Figura 30 - Elaboração do desdobramento da casa da qualidade.	71
Figura 31 - Avaliação aos produtos concorrentes e soluções apresentadas.....	72
Figura 32 – Desenho 3D do Mr. Go em ambiente do software Solidworks.	75
Figura 33 - Desenho técnico correspondente ao Mr. Go, realizado com o software Solidworks.	76
Figura 34 - Papel de jornal moído para processo de confecção de papel maché (esq.). Experiências efetuadas com papel maché (dir.).	78
Figura 35 - Elaboração do corpo do robô (acontecimentos da esquerda para a direita).	82
Figura 36 - Elaboração da cabeça e corpo do robô.....	83
Figura 37 - Nomad 200 e o corpo do Mr.Go após pré acabamento.	83
Figura 38 - Protótipo após aplicação de aparelho primário (esq.) e após aplicação de betume pistolável (dir.).....	84
Figura 39 - Mr. Go após pintura e verniz.	85

Figura 40 - Decoração em autocolante vinil no corpo do Mr. Go. Parte da frente (à esq.) e parte de trás (à dir.)	85
Figura 41 - Máquina eletromecânica de Marca Zwick modelo Z100.....	87
Figura 42 - Dimensões dos provetes para os ensaios de flexão em 3 pontos.....	88
Figura 43 - Serra de fita da marca Elu, referência EBS3501 utilizada para cortar os provetes.....	88
Figura 44 - Proвете em ensaio com 25,41 mm entre apoios (esq.) e 35 mm entre apoios (dir.).....	89

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparação das principais características de alguns robôs existentes no mercado.....	14
Tabela 2 - Resultado das entrevistas semiestruturadas.....	60
Tabela 3 - Resultados do grupo focal realizado.....	62
Tabela 4 - Necessidades apuradas com a criação dos guiões.....	65
Tabela 5 - Voz do cliente e respetivas soluções encontradas, em fase inicial.....	66
Tabela 6 - Tabela justificativa de decisões relativas ao corpo do Mr. Go.	76
Tabela 7 - Tensão de flexão e Módulo de Elasticidade dos provetes.....	90
Tabela 8 - Apresentação da média e desvio padrão dos ensaios quanto à Tensão em flexão máxima, e ao Módulo de Elasticidade.	90
Tabela 9 - Comparativo do compósito com resina poliéster reforçada com fibra de vidro, quanto ao Modulo de Elasticidade.....	91
Tabela 10 - Comparativo de valores de dois provetes, quanto à Tensão de Flexão Máxima e Módulo de Elasticidade.....	91

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de Siglas

- AD - Projeto axiomático do inglês *axiomatic design*
- ASTM - *American society for testing and materials*
- C&D - Conceção e desenvolvimento
- CTQs - Requisitos críticos para o sucesso do inglês *critical-to-quality*
- DFM - *Design-for-manufacturing*
- EPA - *United states environmental protection agency*
- EPS - Poliestireno expandido
- ESTG - Escola superior de tecnologia e gestão
- IPLeia - Instituto Politécnico de Leiria
- ISO - *International organization for standardization*
- ONU - Organização das nações unidas
- PET - Polietileno tereftalato
- PVA - Acetato de polivinilo
- PVC - Policloreto de vinil ou policloreto de polivinilo
- QFD - Desdobramento da função da qualidade do inglês *quality function deployment*
- RC - Requisitos do cliente
- RF - Requisitos funcionais
- RP - Requisitos de projeto
- VOC - Voz do cliente do inglês *voice of customer*
- VP - Requisitos de processo

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XV
LISTA DE SIGLAS	XVII
ÍNDICE	XIX
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos do projeto	1
1.3 Organização do documento	2
2 SÍNTESE DO CONHECIMENTO	5
2.1 Robótica e o enquadramento histórico	5
2.2 Robôs sociais	6
2.2.1 Pepper	6
2.2.2 Zenbo	7
2.3 Robôs guia	8
2.3.1 Robô guia aeroporto LG	8
2.3.2 Robô Keylo	9
2.4 Robôs móveis	10
2.5 Processos de interação entre humanos e robôs	11
2.5.1 Diálogo como processo de interação	12
2.5.2 Interação transmitida através do corpo	13
	XIX

2.6	Comparativo entre as principais caraterísticas	13
2.7	Nomad 200	14
2.8	Sensores	15
2.9	Definição de <i>design</i> do produto	17
2.9.1	Metodologias de suporte	18
2.9.2	Técnicas de suporte às metodologias	21
2.9.3	Grupo focal (do inglês <i>focus group</i>)	22
2.9.4	Projeto Axiomático (<i>Axiomatic Design</i>)	26
2.9.5	Quality Function Development	28
2.10	Materiais e técnicas	30
2.10.1	Papel	31
2.11	Sensibilização ambiental	36
2.12	Ensaio mecânicos	40
3	METODOLOGIA PROPOSTA	43
3.1	Planeamento	43
3.1.1	Alinhamento estratégico	44
3.1.2	Alinhamento do processo de desenvolvimento do produto	44
3.2	Desenvolvimento do conceito	47
3.3	Anteprojecto	49
3.3.1	Projeto axiomático	50
3.3.2	<i>Quality Function Deployment</i>	51
3.4	Design e detalhe	54
3.5	Validação do produto	54
4	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: MR. GO	57
4.1	Planeamento	57
4.2	Desenvolvimento do conceito	58
		XX

4.2.1	Recolha de informações	59
4.2.2	Análise de dados recolhidos	60
4.3	Anteprojeto	63
	Teste e validação	63
4.3.1	Projeto axiomático	65
4.3.2	Desdobramento da Casa da Qualidade	71
4.4	Design e detalhe	73
4.4.1	Escolha do nome	73
4.4.2	Desenho e forma orgânica (RP3 e RP4)	74
4.4.3	Condicionantes (RP6)	77
4.4.4	Conceito para escolha das cores	80
4.5	Validação do produto	81
4.5.1	Protótipo	81
4.5.1	Ensaio de flexão em três pontos	86
4.5.2	Resultados e discussão	89
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	93
5.1	Conclusões	93
5.2	Sugestões para trabalhos futuros	94
6	BIBLIOGRAFIA	95
7	ANEXOS	101

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

São quatro os motivos que serviram como incentivo para a realização deste projeto:

- Perceber o impacto da utilização de metodologias e técnicas estruturadas e de reconhecido valor, no desenvolvimento de novos projetos e soluções.
- O grande desafio de trabalhar num projeto que envolve várias áreas das ciências de engenharia e, ao mesmo tempo, um tema em grande crescimento na atualidade e, sem dúvida, um tema sempre presente no futuro: A “robótica veio para ficar”;
- A mais valia do conhecimento adquirido com a realização deste projeto.
- O acreditar que existe a probabilidade deste projeto servir para ajudar futuros projetos a outros estudantes, e resultar futuramente num robô colaborativo de acompanhamento a todos os visitantes do IPLeia.

1.2 Objetivos do projeto

É de senso comum que, no mundo da robótica e das tecnologias, o que “ontem” foi uma grande descoberta e deu um grande contributo na área da inovação, hoje está obsoleto. O mesmo aconteceu com o robô móvel Nomad 200 existente no laboratório de robótica do Instituto Politécnico de Leiria (IPLeia) que, no passado, foi considerado uma das melhores produções da Nomadic Technologies e que, no presente, tal como em muitos laboratórios de renome, um pouco por todo o mundo [1], se encontra “desatualizado”. O robô móvel Nomad 200 foi criado em 1990 e tem servido de objeto de estudo e experimentação em laboratórios e escolas [2] [3].

Este projeto tem como objetivo dar continuidade a um trabalho iniciado por um anterior estudante desta instituição que reabilitou parcialmente o robô móvel Nomad 200 a nível de eletrónica [4], sendo que aqui se visou essencialmente converter e materializar a solução meramente tecnológica existente num robô mais humanizado (designado por Mr. Go) e adaptado às funções de guia e acompanhamento de visitantes no IPLeia. Assim, é

pretendido criar um protótipo para o corpo do robô guia, com o intuito de, no futuro ser programado para adquirir a capacidade de fazer o trajeto de forma autónoma e receber e acompanhar visitantes em ambientes interiores, assim como manter um diálogo e interagir com visitantes.

Para tal, foi adotada uma metodologia estruturada de C&D, assim como, utilizadas algumas técnicas consideradas pertinentes para apoiar a criação do protótipo, tendo em conta a influência da escolha do material, a durabilidade, aspeto, fácil acesso, baixo custo e reutilização. Na solução desenvolvida, o material selecionado foi alvo de ensaios mecânicos, por forma a caracterizar e ajustar o desempenho da solução global definida para o Mr. Go.

1.3 Organização do documento

A organização desta dissertação distribui-se ao longo de 5 capítulos estruturados da seguinte forma:

Capítulo 1 - Apresenta a motivação que serviu de alavanca para a realização deste trabalho, assim como, os objetivos do projeto e a organização da dissertação.

Capítulo 2 – O segundo capítulo apresenta a síntese do conhecimento relativa às várias áreas estudadas para a realização deste trabalho. É abordado o tema dos robôs sociais, robôs guia e, robôs móveis e feito um estudo comparativo entre alguns modelos em termos de características que poderão afetar o corpo do robô guia, alvo de estudo nesta dissertação. Para melhor contextualização é feita uma breve passagem pela robótica e pelo seu enquadramento histórico. É ainda apresentado o Nomad 200, o robô usado como base desta dissertação. Ao nível das metodologias de C&D, a definição de design do produto e os processos de C&D do produto, assim como para as principais técnicas utilizadas, foi realizada uma breve caracterização e descrição das suas principais vantagens. Destas destacam-se a entrevista semiestruturada e o grupo focal, para a identificação de requisitos e, técnicas para a geração de conceitos e de desenvolvimento da solução, onde foram utilizados o projeto axiomático (do inglês *Axiomatic Design*) e o desdobramento da casa da qualidade (do inglês *Quality Function Deployment*).

Por último, são abordados os materiais utilizados, com maior destaque no papel. As características dos materiais e o seu impacto ambiental, são também alvos de registo, sendo

o capítulo finalizado com ensaios mecânicos, mais especificamente o ensaio de flexão em 3 pontos.

Capítulo 3 – Apresenta as fases da metodologia proposta baseada na bibliografia e adaptada ao presente projeto: planeamento, desenvolvimento do conceito, anteprojecto, design e detalhe e por fim, validação do produto.

Capítulo 4 – A metodologia proposta é aplicada ao desenvolvimento do corpo do robô guia objeto de estudo e desenvolvimento nesta dissertação. São feitos diversos estudos, pesquisas, recolha de informação, registos e aplicadas as técnicas acima mencionadas. É feito o desenho 3D e o respetivo desenho técnico, respeitando os requisitos. O material é preparado e o protótipo é realizado e pintado. São também realizados os ensaios mecânicos para caracterizar e confirmar se o material escolhido tem as capacidades mecânicas para assumir a tarefa para o qual foi escolhido.

Capítulo 5 – No quinto capítulo são reunidas e apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

2 SÍNTESE DO CONHECIMENTO

Os robôs sociais são geralmente objeto de grande admiração, dada a sua capacidade de transmitirem expressões emocionais, reconhecimento de voz e de rosto, robôs que falam e interagem com o utilizador. Destes, os robôs guias podem ser caracterizados como robôs móveis. À semelhança de outros tipos de robôs, são projetados para servir, ajudar, guiar, interagir com o homem e fazer parte das nossas vidas. Mais tarde, neste capítulo, será feito um enquadramento à Robótica e são apresentados alguns exemplos de robôs sociais desenvolvidos mais recentemente e apresentadas as suas principais características.

2.1 Robótica e o enquadramento histórico

A Robótica é uma área científica multidisciplinar. A organização das Nações Unidas (ONU) agrupa a robótica em três grupos: robótica industrial; robótica para serviços profissionais e; robótica para serviços pessoais [5]. A robótica industrial apresenta uma grande parte do desenvolvimento robótico na indústria automóvel. Os robôs ao serviço profissional, detêm uma parcela menor no desenvolvimento robótico, mas apresentando-se em crescimento. Estes tipos de robôs trabalham em domínios inacessíveis ao Homem, como a navegação em minas abandonadas e a limpeza de lixo nuclear. A robótica destinada a serviços pessoais, também apelidada como robótica social, gerou um grande crescimento nos últimos anos, os robôs sociais ajudam as pessoas diariamente em ambientes institucionais e/ou ambientes domésticos. Usualmente, os robôs que operam em ambientes domésticos, interagem com pessoas que não possuem formação especializada para operar robôs. É esperado que um robô social opere em estreita ligação com o Humano e, no seu ambiente social. Por este motivo, o design e interação destes robôs são críticos e apresentam diversos desafios [5].

Robô é uma palavra derivada de *Robotnik*, que significa escravo do trabalho [6]. Tornou-se uma palavra universal existindo a necessidade de formalizar o significado da palavra. De acordo com a *International Organization for Standardization (ISO)* definiu-se que a palavra “robot” seria uniformizada para “mecanismo programável em dois ou mais graus de liberdade, movendo-se dentro de um ambiente para executar tarefas. Para tal, o robô necessita de um sistema de controlo e interface de controlo” [7].

A noção do que é um robô, migrou desde a sua primeira aparição em 1920 na peça de Karel Capek [8], em que a história era simples: O homem criava um robô para substituí-lo e depois o robô matava o homem [9]. Após este acontecimento, o cientista e escritor Isaac Asimov (1942) começou a usar o termo “robótica” nas suas obras referindo-se ao estudo e utilização de robôs, dando assim origem às leis da robótica [10] [6] [11] [12].

2.2 Robôs sociais

Usualmente, os robôs sociais são projetados para serem assistentes pessoais do homem [13]. São definidos como sistemas que funcionam de forma inteligente com ferramentas programáveis capazes de pensar e agir em benefício do ser humano. Um robô controlado remotamente, não poderá ser considerado social uma vez que não toma decisões sem interação humana direta, apenas é uma extensão do ser humano [5].

Porém, não existe uma definição precisa do que é um robô social, uma vez este é um tema que está constantemente em debate. Bartneck e Forlizzi (2004), defendem que um robô que opera de forma semi ou totalmente autônoma, de forma a executar serviços tendo em conta o bem estar dos seres humanos e equipamentos, excluindo as operações de fabricação, poderá ser apelidado como robô social [5]. Assim, é esperado que um robô social tenha atitudes e comportamentos capazes de satisfazer as necessidades humanas e, deverá ter características que lhe permitam interagir com seres humanos, seguindo as regras sociais e realizando as funções atribuídas [14]. A autonomia, forma, modalidade, normas sociais e interatividade, são características que fazem parte dos requisitos para um robô social [5].

2.2.1 Pepper

Um exemplo de robô social é o Pepper. Desenvolvido em 2014 pela SoftBank, é o robô social mais conhecido em Taiwan. O robô Pepper é uma das melhores plataformas de ensino e educação especial, com diferentes soluções “chave na mão” para educadores e terapeutas [15].

Pepper tem sido usado em bancos, restaurantes, museus, empresas e no ensino [15]. Tem a capacidade de receber programações específicas para cada caso, sendo muito útil com crianças pequenas com autismo, devido à sua paciência ilimitada para ajudar as crianças a comunicarem. Percepção, cognição, navegação e localização são alguns dos campos que podem ser explorados com a plataforma Pepper [16].

Pepper é gentil, atraente e surpreendente e, foi desenvolvido para tornar a sua interação com o ser humano tão natural e intuitiva quanto possível. Move-se de forma semelhante aos humanos, tem dois braços, rodas e reconhecimento de voz. Tem como característica especial a capacidade de ler emoções humanas. Se o cumprimentam ele responde com a mesma reação, é um robô emocional. Foi o primeiro robô humanoide a ser usado em casa, tendo sido desenvolvido para fazer parte da família e crescer com ela. Memoriza gradualmente os traços da personalidade dos utilizadores de forma a seleccionar o comportamento mais adequado [15] [17].



Figura 1 - Robô Pepper [18].

Pepper tem 121 centímetros de altura e 29 quilogramas, 29 juntas, 27 sensores e um tablet no tronco [15]. Tem ainda quatro microfones direcionais na cabeça que lhe permitem detetar e localizar os sons. Para identificar o ambiente e os rostos, o humanoide usa duas câmaras de alta resolução. As imagens são processadas por software de reconhecimento de formas capaz de identificar objetos e rostos. Como mecanismo de emoções, Pepper usa o chamado motor emocional [18]. Para interpretar emoções, utiliza tecnologia recente capaz de identificar emoções através da voz e expressões faciais. Também reconhece as pessoas pela voz. O tablet permite ao utilizador pesquisar na internet, e ao Pepper expressar emoções. É portador ainda de sistema anticollisão e tem uma bateria de alta capacidade com cerca de 12 horas de autonomia [18].

2.2.2 Zenbo

Um outro exemplo de robô social é o Zenbo. Foi desenvolvido pela Asus em 2016 com a finalidade de ser assistente de saúde, controlar dispositivos que estejam conectados

com a casa inteligente, monitorizar a segurança, fazer tarefas online e ser parceiro de brincadeiras. Usa tecnologia de computação em nuvem.

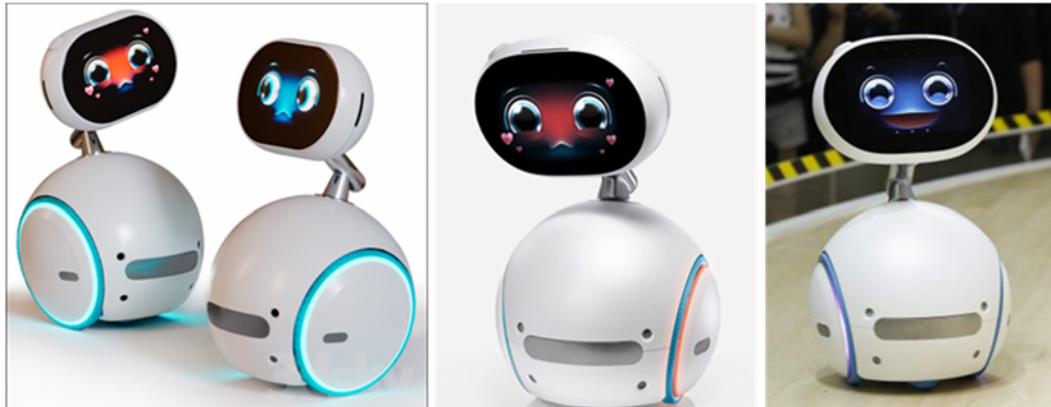


Figura 2 - Robô Zenbo [19].

O Zenbo é muito expressivo e cativante, tem olhos redondos e formas arredondadas, é simpático, tem humor, pisca o olho e até fica corado. Em 2017 arrecadou 4 prémios e em 2018 ganhou o prémio Design Award [19] [20].

2.3 Robôs guia

Ao longo dos últimos anos, foram feitos inúmeros avanços na área da robótica sendo possível encontrar um robô guia, seja num museu, num evento, ou até mesmo num aeroporto, como é o caso do robô guia LG.

2.3.1 Robô guia aeroporto LG

A LG Electronics concentrou-se em enviar, em julho de 2017, uma frota de robôs guia e robôs de limpeza para um dos maiores aeroportos do mundo, o *Incheon International Airport* na Coreia do Sul, aquando do maior evento desportivo de Outono na Coreia do Sul.



Figura 3 - Robô LG guia aeroporto [21].

Os LG Airport Guide Robot, percorreram o aeroporto fornecendo informações, assistência e acompanhamento aos visitantes, prestando assistência verbal, através da plataforma de reconhecimento de voz com que estavam equipados. Através do robô, também foi possível obter informações sobre tempo de embarque, restaurantes, outras lojas e, outras informações. Tinha também um leitor para a verificação rápida de cartões de embarque [21] [22].

2.3.2 Robô Keylo

Um robô guia que tem por missão garantir o atendimento ao cliente nos espaços comerciais através de controlo remoto, é o robô Keylo. O robô desloca-se até ao cliente, dá-lhe as boas vindas e promove o contacto através de um ecrã tátil. É feita a ligação para o agente de *cal-center* remoto e, através do robô, o cliente vê e conversa em tempo real com o profissional do *call-center* e vice-versa. Enquanto conversam, o robô acompanha o cliente e guia-o até ao seu destino.



Figura 4 - Robô Keylo [23].

Com o robô de telepresença é possível gerir um espaço comercial remotamente e sem a presença de uma pessoa física [24] [23].

2.4 Robôs móveis

Existem duas definições para robôs móveis; A primeira entende que o robô deve ser autocontido, completo, autónomo e precisa apenas de instruções do seu operador ocasionalmente. Neste caso, entende-se que o robô irá corresponder às exigências do seu operador e será manobrado livremente no ambiente onde se encontra. Os seus movimentos deverão ser efetuados de forma fluída, sem existirem movimentos bruscos e deverá ter capacidades que lhe permitam desviar-se dos obstáculos [6] [25].

A segunda definição, entende que um robô móvel, é qualquer equipamento que se mova pelos seus próprios meios com o objetivo de executar tarefa. Este tipo de robô está programado para corresponder a movimentos mais bruscos e a rápidas alterações de comportamento consoante o espaço [25]. Por vezes, poderá não reagir corretamente em ambientes complexos, nomeadamente em ambientes em que não seja possível prever o trajeto. Nestes casos, estes robôs deverão ser comandados em simultâneo com a sua prestação. No caso de alguma falha, a máquina deverá parar imediatamente, evitando assim acidentes ou erros de trajetória [6]. Uma das características principais nestes robôs é a inexistência de conexões ou/e fios de forma a garantir a independência.

Ao nível do posicionamento do robô e da sua movimentação, destacam-se:

i) Com a utilização de plano ou plantas do caminho. Ou seja, baseia-se num modelo simplificado e estático que está pré-gravado e permite ao robô móvel traçar uma rota, mesmo que o local por algum motivo não permita a utilização dos sensores [6].

ii) Com utilização de sensores: Desta forma, o robô tem a ajuda dos sensores para perceber o meio ambiente e pode ser processada em tempo real a reação do robô. O tempo de resposta poderá variar com o estímulo percebido [6].

2.5 Processos de interação entre humanos e robôs

Uma vez que um dos objetivos deste projeto é a adaptação do Nomad 200 para um robot guia que irá interagir com os visitantes, para um bom resultado final, é importante estudar a interação humana para a poder aplicar à interação entre humanos e robôs.

O Humano possui diversas aptidões, entre elas a capacidade de perceber estímulos, sejam sonoros, visuais ou táteis e também a capacidade de armazenar informação por um determinado período. É através da capacidade de pensar que o ser humano processa as informações e utiliza dados armazenados quando necessita de tomar uma decisão. O ser humano, pode expressar-se através da fala, dos gestos e de símbolos. As emoções e os sentimentos são também desenvolvidos no decorrer do seu dia-a-dia [6]. O ser humano também tem a capacidade de aprender e saber aplicar o que aprende.

Algumas destas capacidades humanas podem ser introduzidas nos robôs, de forma a valorizar a interação humano-robô. O cientista japonês, Hiroshi Ishiguro (2017) à semelhança de outros cientistas, usa alguns dos seus robôs humanoides para estudar e testar a interação humano-robô. Hiroshi Ishiguro trabalhou com um robô chamado Wakamaru, desenvolvido pela Mitsubishi Heavy industries. O robô era amarelo e com aparência mecanizada, o que dificultava a aceitação e interação com o robô. Foi aí que o cientista percebeu que a mente humana está direcionada para interação humana-humana e não para humana-robô. Hiroshi Ishiguro acredita que os robôs têm de ser o mais parecidos possível com os humanos para podermos ultrapassar essa “barreira” e facilitar a interação. O cientista constrói este tipo de robôs na esperança de decifrar o que os japoneses chamam de sonzaikan – O sentimento de estar perante um ser humano. Uma das suas mais recentes criações humanoides foi a Androide U, apresentadora televisiva de um programa on-line que responde às perguntas dos telespetadores de forma humorada e sentimental. Com a criação da androide, o cientista procura valorizar e estudar a interação e comunicação, em que o aspeto físico também foi considerado importante para a interação humano-robô. A Androide U apresenta-se com corpo idêntico ao de uma mulher japonesa de 22 anos, mede 1,60 centímetros e pesa o mesmo que um ser humano.

Para uma apresentação mais realista, a androide usa franja, blusa branca, calças de ganga, salto alto, verniz e maquiagem em união com as tendências e comportamentos das mulheres japonesas de 22 anos [26].

Com este tipo de experiências é possível estudar diversos fatores sobre a natureza humana, inteligência e comportamento de forma a aperfeiçoar as competências robóticas, com objetivo de melhorar a interação com os humanos. Hiroshi também usa o seu clone robô para perceber como o cérebro humano funciona na presença de um robô com cara e corpo de humano [27]. Nos últimos anos, a interação social humano-robô atraiu considerável atenção das comunidades acadêmicas e de investigação [28], nomeadamente ao nível do utilizador não necessita de qualificações tecnológicas para interagir com o robô.

2.5.1 Diálogo como processo de interação

Diálogo e sistemas de interação, neste contexto, poderão ser termos equivalentes, uma vez que o diálogo poderá ser um processo de interação considerado como um fluxo bidirecional de mensagens e/ou informações [29]. Poderá ser usada a linguagem verbal ou não verbal entre dois ou mais agentes. São consideradas várias formas de partilhar uma mensagem, seja da comunicação através de expressões verbais, informações escritas ou através do toque ou de gestos. Quando um diálogo utiliza vários modos de entrada ou saída, existe uma característica natural de interação, chamando-se assim, interação multimodal [29].

A voz é o método de entrada mais usual na robótica social. A voz, é processada através de sistemas automáticos que reconhecem a fala, sendo geralmente acompanhados de expressões e/ou gestos. O modo de saída mais utilizado é um enunciado de robô verbal, usualmente gerido através de um sintetizador de voz (TtS – *Text-to-speech system*). É esperado que, num diálogo entre um robô e um humano, o robô social tenha a capacidade de reproduzir uma conversa com naturalidade e que consiga resolver possíveis falhas de comunicação. O pretendido é que os robôs sociais imitem os humanos desde a naturalidade de conversação, a todos os sinais verbais e não verbais, como as expressões, a fala, o tom de voz, o humor, os gestos e a postura. O robô social deverá ser o mais genuíno possível de forma a cativar e criar empatia na relação com o ser humano. Se o ser humano sentir falsidade ou algo menos genuíno, poderá reagir negativamente e não querer interagir com o robô social. As normas e regras sociais dos

humanos, deverão também estar bem presentes no robô social para que saiba qual o seu papel na sociedade e proteger o ser humano [29].

2.5.2 Interação transmitida através do corpo

No caso de um robô guia o desenho do corpo poderá ser considerado um processo de interação, ou seja, é possível interagir apenas visualmente através do aspeto físico. É pretendido que as formas e o corpo do robô transmitam empatia, mesmo que inconscientemente, ao recetor, de forma a facilitar a interação com os utilizadores e restantes pessoas. Complementarmente, a experiência resultante da interação entre o designer e o produto a desenvolver, quando experimentado em primeira mão, é também um fator diferenciador em relação à tomada de decisões relativas à solução a desenvolver. De facto, só tendo a experiência se poderá compreender melhor os aspetos físicos, sensuais, cognitivos, emocionais e estéticos percecionando, se de facto, a solução desenhada cria empatia [30].

As abordagens de design têm em conta a expressão do produto em questão e a interação Humano-Robô [5].

2.6 Comparativo entre as principais características

Os robôs que foram apresentados acima, têm de alguma forma, características que poderão servir de inspiração para o presente estudo, garantindo, como características principais, o propósito de interação com o ser humano e o acompanhamento/guia de pessoas num ambiente interior.

Para tal, foi elaborada uma tabela comparativa entre alguns dos modelos inspirativos existentes no mercado, destacando os elementos que poderão influenciar o corpo do robô em termos de soluções a desenvolver (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação das principais características de alguns robôs existentes no mercado.

Caraterísticas	Pepper	Zenbo	LG aeroporto	Keylo
Tipo de robô	Robô social	Robô social	Robô guia	Robô guia
Objetivo de criação	Plataforma educacional	Assistente de saúde	Assistente de aeroporto	Telepresença
Ano desenvolvimento	2014	2016	2016	?
Tipo de corpo	Um pouco humanoíde	Formas arredondadas	Formas arredondadas	Formas arredondadas
Altura	120 cm	< 1 m	> 1 m	> 1 m
Câmaras	Sim	Sim	Sim	Sim
Desvia de obstáculos	Sim	Sim	Sim	Sim
Autónomo	Sim	Sim	Sim	Sim
Tipo de rosto	Rosto + ecrã	Rosto	Rosto + ecrã	Ecrã tátil
Interação humano-robô	Mexe braços e transmite emoção através do olhar	Muito expressivo facialmente	Acompanhamento e informativo	Atendimento ao cliente através controlo remoto

Com base na tabela anterior pode ser constatado que os robôs sociais estão mais focados em cativar a empatia do utilizador, sendo o esforço que tem existido por parte das empresas de robótica na transmissão de emoções através do rosto e corpo, destacando-se por exemplo o robô Pepper que mexe os braços e, em volta dos olhos, a luz vai alterando de cor consoante a emoção a transmitir. O Zenbo consegue também transmitir felicidade, compaixão e até amor ficando um pouco corado e envergonhado.

Quanto aos robôs guia, foi percebido que estes têm altura superior a 1 metro. Todos os robôs que foram comparados foram desenvolvidos nos últimos 5 anos, e recorreram à aplicação de câmaras, têm a capacidade de evitar os obstáculos e são autónomos. O robô Pepper é o único que recorreu à forma humanoíde, em conjunto com o sistema móvel para se deslocar.

2.7 Nomad 200

O robô Nomad 200, existente no laboratório de robótica do IPLLeiria, é um robô móvel que se desloca através das suas 3 rodas que funcionam de forma sincronizada. Estas estão ligadas por correias e polias que reduzem o risco de escorregamento aquando do trajeto. Em relação aos movimentos, funciona em 3 graus de liberdade.

O robô Nomad 200 é composto por duas estruturas mecânicas de revestimento metálico que estão acopladas onde a estrutura superior é chamada torreta e a inferior toma o nome de base (Figura 5).

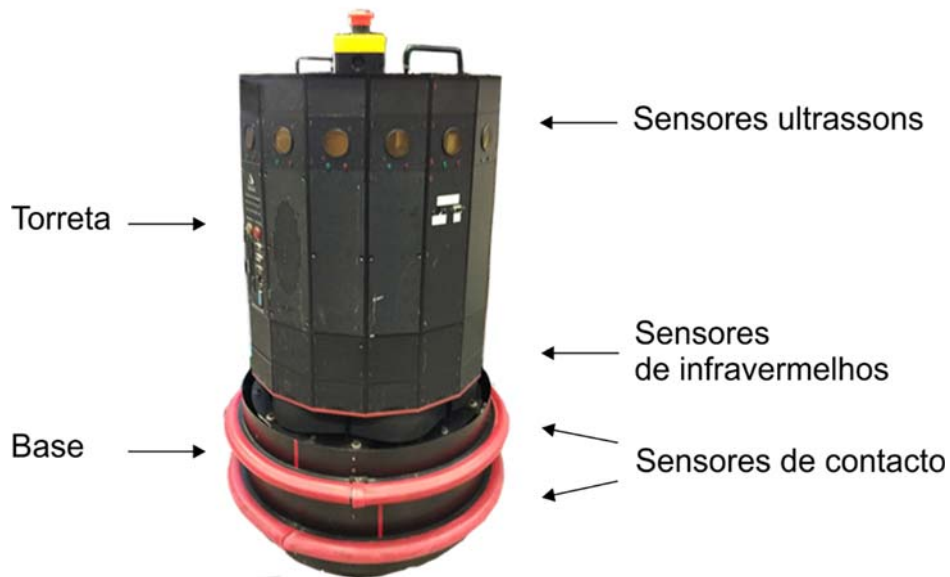


Figura 5 - Robô móvel Nomad 200.

Na torreta estão alojadas duas baterias, computadores, placa de rede, placas de processamento de sinais, placa de síntese de voz, placa de rede de dados, o sistema de processamento, sensores ultrassons e sensores infravermelhos. Na base estão acomodadas as placas de controlo dos motores, compartimentos para três baterias e as correias das rodas. No exterior da saia metálica, estão alojados dois anéis em borracha com a função de para-choques, com 10 sensores de contacto cada um.

Todos os sensores permitem a sua ativação ou desativação individualmente. A torreta e a base estão interligadas, sendo possível a torreta rodar de forma independente sem obrigar a movimentação da base [4]. Em termos de *design*, o robô é cilíndrico e a torreta mede cerca de 56 centímetros de altura e 55 centímetros de diâmetro.

2.8 Sensores

Os sensores ultrassom transmitem um som, comparável ao sonar usado pelos morcegos para detetar os obstáculos. Através destes sensores, utilizados o robô consegue recolher a distância aos obstáculos, dentro dos limites de operação destes sensores (Figura 6).



Figura 6 - Sensor ultrassom instalado no Nomad 200 [4].

É importante que os sensores fiquem a descoberto para que cumpram a função para o qual estão destinados. O robô possui 16 sensores ao redor da torreta de estrutura metálica com cerca de 35 milímetros de diâmetro cada um. Cada sensor de infravermelhos é composto por dois *LED* emissores de infravermelhos e, entre os dois, existe um fotodíodo. Os sensores de infravermelhos, permitem leituras da distância a obstáculos na sua vizinhança (Figura 7).

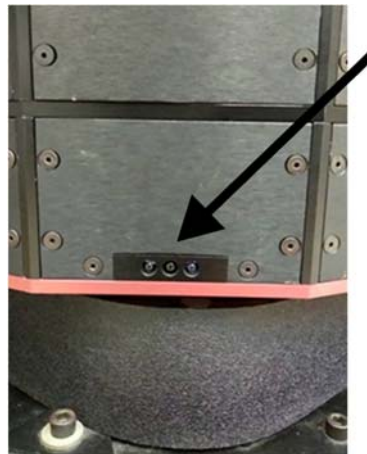


Figura 7 - Sensor infravermelhos instalado no Nomad 200 [4].

Em redor do robô, integrados nos anéis para-choques, existem 16 conjuntos de sensores de contacto sendo cada conjunto aplicado num pequeno suporte à estrutura do robô. Os sensores de contacto transmitem um sinal quando o robô embate em algum obstáculo, originando a paragem imediata [4].

2.9 Definição de *design* do produto

As empresas Japonesas foram as primeiras a afirmar a importância do design para o sucesso de novos produtos, pois compreenderam que só assim poderiam atingir um melhor produto em menos tempo e com menos desvios ou retrocessos [31]. De facto, o produto é o resultado da transformação da matéria prima num objeto concebido para ser usado devido às suas características, propriedades e funções, de acordo com o seu *design* [32].

Assim, o “desenho” do produto (do inglês *design*), é o processo de criação e fabricação de um produto, conciliando critérios estéticos e técnicos [33], sendo o produto apresentado através de desenhos técnicos, que descrevem a forma e, dimensões de todos os elementos, assim como os materiais e técnicas de produção a utilizar, e a forma como se irão juntar todas as peças, para dar origem ao produto final [34].

Roozenburg (1995) defende que desenhar um produto, é um processo de pensamento orientado por objetivos, pelo qual os problemas são analisados, os objetivos são definidos e ajustados, as propostas de soluções são desenvolvidas e onde a qualidade dessas soluções é avaliada [34]. Como tal, desenhar um produto é mais complexo do que simplesmente elaborar os documentos que permitem a fabricação do produto.

Neste contexto, o “desenho” do produto é um processo multidisciplinar com o objetivo de realizar o *design* perfeito para servir necessidades específicas. Requer muita investigação, análise, síntese, criatividade, criação de formas, desenho e materialização. Não esquecendo a sua viabilidade, facilitando a sua utilização, a preocupação com o meio ambiente e a sociedade, assim como, o carácter ergonómico, estético, funcional, ecológico, cultural, social e económico [35].

Mike Baxter (1996) [36], dedica um capítulo do seu livro aos princípios da criatividade, onde defende que a criatividade é o coração do design e está presente em todas as etapas ao longo do processo de design. O próprio processo de criatividade também passa por fases que são devidamente estudadas e aprofundadas usando ferramentas para o efeito.

Paralelamente, os engenheiros de produção têm de produzir os produtos em grande escala, com rapidez, de forma económica e com o mínimo possível de falhas. Como tal, o “desenho” de um produto requer conhecimento e uma abordagem multifacetada e multidisciplinar, combinando simultaneamente, uma componente mais criativa e

exploratória com uma componente mais técnica, quantitativa e qualitativa, justificando claramente a adoção de metodologias mais estruturadas de suporte a todo o processo [35].

2.9.1 Metodologias de suporte

É de senso comum que a existência de um “método” a seguir é um facilitador para a conclusão com sucesso de um trabalho, projeto ou tarefa. Para tudo é necessário traçar objetivos, objetivos esses que deverão ser acompanhados de uma sequência de tarefas ou pensamentos que poderão ser catalogados como uma metodologia. Segundo Nam P. Suh (2001) [37], a maior percentagem de erros de projeto, deve-se à falta de uma metodologia estruturada, ou seja quando o *design* de um produto é tratado de forma empírica e na base da tentativa e erro. Deste modo, tem-se como pressuposto que o desenvolvimento de projeto não é suscetível de tratamento científico verificando-se que os projetos têm sido baseados maioritariamente na experiência e capacidades do projetista, não dando importância a um rigoroso método científico, teoria que é contrariada pelo Nam P. Suh com o Projeto Axiomático.

Atualmente, entende-se que para o sucesso do produto é crucial que o projeto tenha uma abordagem bem fundamentada, definida e estruturada, designadas na literatura por metodologias de suporte ao processo de C&D [31] [38], sendo que estas metodologias de suporte ao *design* do produto, permitirão ao *designer* um conhecimento alargado sobre o processo de *design* e sobre o próprio produto, de forma a ter uma sequência lógica de trabalho com vista à obtenção da melhor solução.

O processo de C&D do produto promove então a execução de um conjunto de atividades interdisciplinares, que devem interferir na maioria das áreas funcionais da organização [31], de forma a desenvolver sistemas e produtos de sucesso. Autores referem que os casos reais de sucesso têm em comum o facto de todas as etapas do processo, terem sido planeadas e executadas de forma cuidada, existindo uma estratégia de base definida pelos elementos da equipa, para o bom desempenho das funções e onde poderão ser aplicadas novas estratégias, em caso de necessidade, envolvendo também a fabricação, eliminação de custos, afetação de recursos, entre outros [39].

Karl T. Ulrick e Steven D. Eppinger (2012) [41], apresentam um conjunto de métodos de suporte à C&D, bem estruturados e prontos para serem colocados em prática. Do ponto de vista destes investigadores, se o desenvolvimento do produto for realizado com sucesso, resulta num produto capaz de ser produzido e vendido de forma rentável. É feita

referência a cinco pontos específicos: a qualidade do produto; o custo de produção; tempo de desenvolvimento; custo do desenvolvimento e a capacidade de desenvolvimento. Adicionalmente, referem que o desenvolvimento do produto é uma atividade interdisciplinar que requer outras contribuições indispensáveis: *marketing*, *design*, fabricação, e onde a metodologia de suporte C&D proposta é constituída por 6 etapas: Planeamento; Desenvolvimento do conceito; Anteprojeto; Design e detalhe; Testes e acertos; Produção Ramp-up (Figura 8).

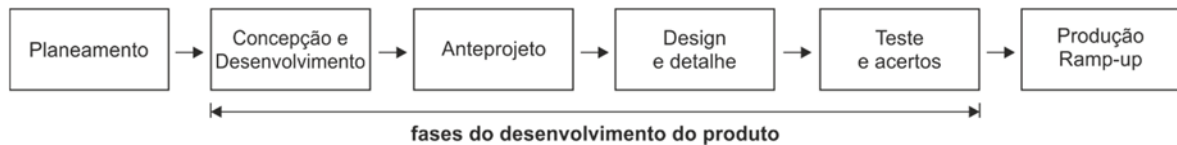


Figura 8 - Fases do desenvolvimento do produto [43].

Este esquema é facilmente adaptado aos diversos projetos, independentemente da sua complexidade ou dimensão, embora cada produto tenha as suas próprias características e cada etapa ou atividade é, mais ou menos desenvolvida, consoante as necessidades de forma a obter um produto de sucesso [41].

A fase do planeamento é considerada a fase zero por ser o período em que o projeto entra na empresa e é quando existe a aprovação para dar início a esse projeto. É nesta fase que é identificado o mercado e suas necessidades e oportunidades. Na fase da Concepção e Desenvolvimento (fase1), são ouvidas as necessidades do cliente, identificados produtos concorrentes e, por vezes, existe a necessidade de testar o conceito. Na fase do Anteprojeto (fase 2), a solução começa a ser definida, o desenho do produto é elaborado de forma preliminar e são avaliados os componentes necessários. São iniciados os planos de produção e o sistema de montagem. No *Design* e Detalhe (fase 3), o desenho do produto é definido de forma detalhada, ou seja, são definidos materiais, componentes e tolerâncias e os fornecedores são selecionados. Em Testes e Acertos (fase 4), todo o produto (solução desenvolvida) é revisto e confirmado, e são elaborados e testados os protótipos. Em caso de alterações ao projeto, estas são realizadas tendo como intuito garantir a melhor solução possível. Por último, é a fase da Produção (fase 5), em que o produto irá para a produção. A produção é feita de forma gradual em termos de quantidades, para no caso de existência de falhas o prejuízo não ser tão elevado [41].

Mike Baxter (1996) [36] apresenta as diversas fases de processo C&D, desde a aparência visual dos produtos, do *design* para fabricação, da redução de custos até ao lançamento do produto. Refere ainda que, devido às novas tecnologias, muitas vezes

existem algumas etapas que não são exploradas e/ou desenvolvidas, o que tem como consequência prejudicar o próprio desenvolvimento do produto e o produto em si. Indica também que a chave para o sucesso dos produtos, passa pela adequada definição do desenvolvimento do produto, sendo que estabelece quatro fases para a diferenciação de um produto de sucesso: Viabilidade e Especificação; *Design* e desenvolvimento; Engenharia de produção e produção e vendas (Figura 9).



Figura 9 – Fases de diferenciação para produto de sucesso [36].

Ali Jamnia (2018) [38] identifica três etapas primárias para o processo: A fase *fuzzy front end*, ou seja, a decisão inicial, mas ainda difusa, de desenvolver um produto; O processo de desenvolvimento do produto e a fase de lançamento do produto e comercialização (Figura 10).

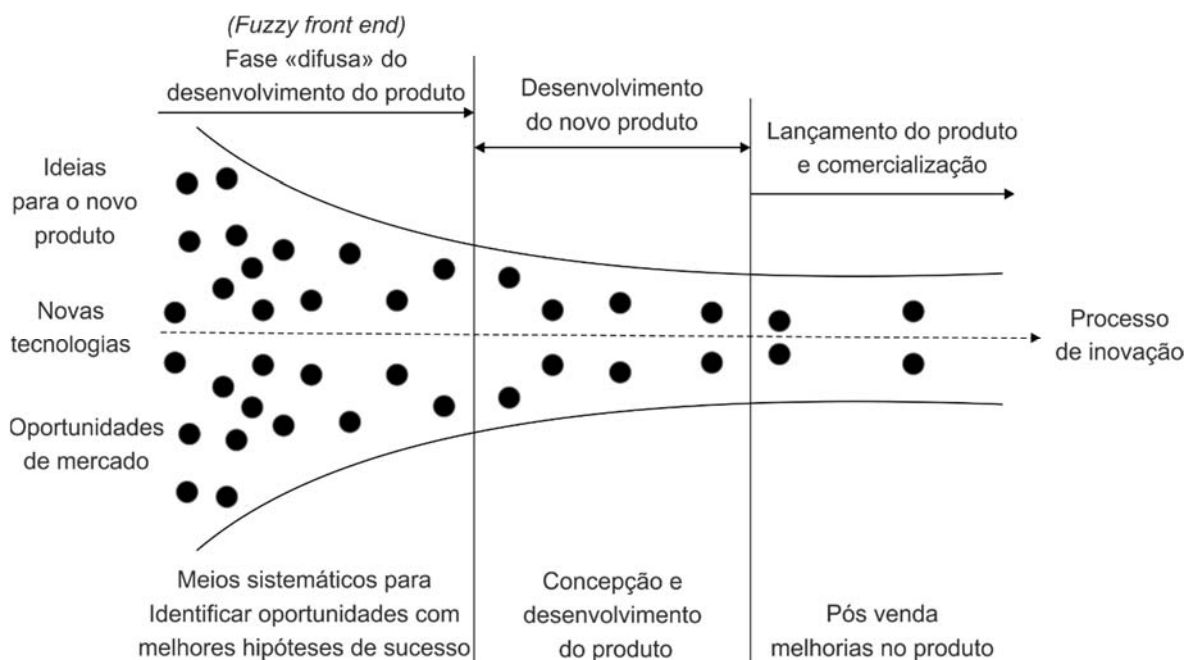


Figura 10 - Processo em funil [38].

Nesta na primeira fase, os colaboradores e as partes interessadas são convidadas a participar, a opinar e a sugerir possíveis novos produtos. Em simultâneo, pequenas equipas são formadas e começam a trabalhar nos novos produtos. Todas as opções e sugestões são discutidas e tratadas quando ainda não estão definidas expectativas e cronogramas. O processo de geração de ideias ajuda a identificar os recursos tecnológicos e financeiros e alguns conceitos são selecionados. Seguidamente as propostas aceites para

desenvolvimento e comercialização, passam para a fase dois onde os projetos começam então a ser desenvolvidos. Existem pessoas especializadas que são encarregues de cada etapa e, desta forma os cronogramas são desenvolvidos e definidos, e todas as atividades de desenvolvimento são tratadas com seriedade. Na fase três, os produtos são lançados e comercializados [38].

2.9.2 Técnicas de suporte às metodologias

Como já referido anteriormente, as metodologias de suporte ao processo de C&D são essenciais ao desenvolvimento de produtos de sucesso, sendo que este objetivo é reforçado pela utilização de técnicas específicas e de reconhecido valor, tendo como intuito o apoio à realização de cada etapa da metodologia, independentemente de qual a abordagem adotada.

Entrevista semiestruturada

Tendo como intuito identificar os requisitos e funcionalidades da solução a desenvolver, as entrevistas, conversas aprofundadas sobre um determinado tema conduzidas pelo entrevistador previamente preparado, têm objetivo recolher o máximo de informação possível relacionada com o produto, o que é muito importante. Esta técnica é utilizada para a obtenção de informação qualitativa, opiniões das pessoas envolvidas direta ou indiretamente num projeto, ou de possíveis utilizadores do produto [42] [43].

Existem a entrevista informal, baseada numa conversa de carácter informal; a entrevista semiestruturada, com base num guião; e a versão mais rígida que é a entrevista estruturada [42]. Considerando que se pretende alinhar a conversa para um objetivo concreto, isto é, para funções e requisitos do produto, mas deixando espaço para a identificação de outros requisitos, o tipo de entrevista com maior adequação neste projeto é a semiestruturada. É de destacar que as amostras necessárias para este tipo de recolha de dados, é menor que para os inquéritos por questionário. Tem como vantagem as respostas poderem ser potencializadas de imediato e serem validadas. É de ter em atenção os seguintes aspetos:

- **Seleção dos entrevistados:** A amostra de entrevistados poderá ser selecionada pela relevância que as suas opiniões possam ter para o entrevistador ou pela sua proximidade pelo tema. Deve sempre ser pedida permissão ao entrevistado para usar o material recolhido;

- **Planeamento da entrevista:** Deverá ser elaborado um guião com as perguntas mais relevantes, claras, simples e diretas de forma a conduzir a entrevista de forma informal, mas sem desviar a atenção das questões base. A abordagem deverá ser informal, e explicado o tema e a relevância das respostas às respetivas perguntas. Poderão ser tiradas notas à frente dos entrevistados e dada a oportunidade de serem lidas para evitar constrangimentos [42];

- **Entrevistador:** O entrevistador deverá ser o mais profissional possível, ser bom comunicador, deve saber ouvir. Deverá apresentar expressão corporal descontraída de forma a transmitir calma, segurança e descontração. O objetivo é deixar o entrevistado descontraído e confortável para exprimir livremente a sua opinião sobre o tema [42] [44];

- **Corpo da entrevista:** É útil que o entrevistador mostre bom conhecimento pelo tema abordado e que trate o entrevistado e a informação recolhida com o devido respeito. A entrevista pode ser gravada ou anotada de forma sucinta para não arrefecer o tema da conversa e gastar muito tempo ao entrevistado. No final da entrevista, deverá agradecer-se a cooperação dos entrevistados sendo que um agradecimento por escrito é normalmente bem-recebido. A duração da entrevista deverá ser inferior a 2 horas [42].

- **Análise de avaliação dos resultados:** A última fase consiste em analisar e comparar as informações recolhidas. Poderá ser usada uma grelha de anotações feita manualmente em papel ou em modo informático.

2.9.3 Grupo focal (do inglês *focus group*)

O *Focus Group*, também designado como grupo de discussão, grupo focal e/ou grupo-alvo é uma técnica de pesquisa qualitativa. É incerto o ano de nascimento desta metodologia uma vez que existem registos de conversas em grupo, mas sem a certeza da sua intenção. Porém, em 1926 Emory Bogardus, recorria a grupos de discussão como pesquisa para ciências sociais. O escritor Pranee Liamputtong (2011), dá como exemplo Paul Lazarsfeld e Robert Merton que, em 1941, durante a segunda guerra mundial, enquanto trabalhadores numa universidade, aplicaram esta metodologia para perceber a eficácia e impacto da propaganda usada e reações das pessoas sobre os materiais a usar pelos soldados [45], [46]. Lazarsfeld e Merton, convidaram um grupo de pessoas para ouvirem e responderem a um programa de rádio. Os participantes carregavam num botão consoante a resposta fosse positiva ou negativa. Com o tempo, perceberam que este não era o melhor método, dado a complexidade dos temas. Passaram a fazer a pesquisa de

modo presencial, de forma a existir um maior envolvimento e perceber o sentimento aquando das conversas, enriquecendo assim a informação recolhida. No mesmo período, a metodologia passou a ser usada também em pesquisas de marketing [45]. De forma gradual e sólida, o *Focus Group* tem vindo a alargar o seu campo de aplicação nas últimas duas décadas. Primeiramente na área das ciências sociais, marketing e saúde, e posteriormente começou a ser valorizado também para fins de investigação, educação, ensino, compreensão de práticas de gestão e organização, comportamento do consumidor, entre outras aplicações [45], [47]. Nos últimos anos, tornou-se cada vez mais popular como ferramenta de pesquisa social e passou a ser aplicada de forma intensiva [48].

A técnica do *Focus Group* permite pesquisa técnica de recolha de dados através da interação informal de um grupo de pessoas, sobre um tema específico [35], [45], apresentado pelo moderador que pode ser utilizado sempre que necessário e em diferentes fases do trabalho ou investigação. O principal objetivo destas sessões, é recolher informação básica sobre um tópico de interesse, informação essa, de caráter valioso que, posteriormente, será analisada e submetida a pesquisas mais aprofundadas [47], [48]. Itens a ter em conta:

- **Os grupos:** Em termos de literatura as opiniões diferem em relação ao número de pessoas para a realização do grupo focal ideal, ou seja, não existe uma regra. Mas, de uma forma geral, aconselham-se grupos com 10 pessoas ou, no mínimo, com 4 participantes e, no máximo, 12 participantes [49]. Em caso de necessidade, a experiência poderá ser repetida com outros participantes, mantendo o tema e o moderador [46], [45]. Existem também os chamados minigrupos focais que apenas têm entre 2 e 6 participantes.

Os participantes devem ser escolhidos consoante o tema a discutir e é conveniente que seja um grupo homogéneo em termos de ideais, idade e etnia/raça, para não criar conflitos entre eles e desviar o pretendido. Na tentativa de criar grupos homogéneos, por vezes criam-se mais grupos para discutir o mesmo tópico [49].

- **Moderador:** O moderador desempenha um papel muito importante na determinação do sucesso do grupo focal. Como tal, o moderador poderá ser o próprio pesquisador, ou o pesquisador, poderá atribuir esta função a alguém qualificado e que, obrigatoriamente domine o tema. Boa condução das conversas, simpatia, senso de humor, bons relacionamentos interpessoais, gosto pela convivência com pessoas, curiosidade e ser bom ouvinte, são algumas das características valorizadas para a seleção do moderador [46], [48]. A seleção do moderador, deve também tem em conta o tema e grupo alvo [46]. Fazer

a seleção dos participantes e as questões a fazer ao grupo, poderão ser tarefa do moderador. Para o sucesso da discussão, é importante que o moderador trate todos os participantes com respeito, independentemente da sua classe social ou grau académico. Todos devem ser ouvidos com atenção e dedicação, mesmo que estejam pouco relacionados com o tema. O moderador tem de acreditar que existe algo de novo a aprender com cada grupo [46]. Palavras como “obrigado” e “fala-me mais sobre isso” poderão ser usadas como forma de incentivo para a conversa.

O moderador deverá traçar antecipadamente as perguntas e/ou tópicos que quiser introduzir na conversa e treiná-las em voz alta de forma a sentir-se confortável a falar sobre o assunto, isto é, definir o guião. Com a chegada dos participantes deverá fazer com que se sintam confortáveis e encaminhá-los para os seus lugares. É conveniente que os participantes estejam identificados com o nome para ajudar na interação com os outros participantes. É sugerido que os participantes tirem o som aos telemóveis e dispositivos eletrónicos de forma a evitar interrupções e distrações [46].

Ao abrir a sessão do grupo focal, o moderador deverá dar as boas vindas ao grupo, apresentar-se e falar sobre a sua ligação com o tema. Deverá explicar que não existem respostas corretas ou erradas e que é esperado reunir diversos pontos de vista. Deverá pedir aos participantes que façam uma breve apresentação deles próprios. Uma pequena conversa com cerca de 5 ou 10 minutos, tem efeito relaxante de forma a “quebrar o gelo” e deixar os participantes mais abertos a partilhar os seus pensamentos sobre o tema [46].

Durante a discussão, o moderador poderá simplesmente memorizar o que foi dito, tirar notas, fazer transcrições para o computador, ou pedir a autorização do grupo para gravar um vídeo ou para a gravação de voz. Estes dois últimos são os meios mais usuais e eficazes para não haver falhas e tirar o maior proveito da sessão [46], [49]. A forma usada deverá ser a menos incomodativa possível, mas tem de ser eficaz. Independentemente do método usado, é importante que exista o registo com o nome do tema, a data do grupo focal, o tempo duração, o tipo de participantes, o número de participantes, o local da discussão, o nome do moderador, o nome do assistente moderador e um diagrama dos lugares ocupados (ou outra estratégia para ajudar a recordar) [46]. Mais tarde, as gravações e apontamentos poderão ser tratados pelo o moderador, pelo pesquisador ou entregues a uma empresa especializada nesse tipo de trabalho.

Para fomentar a discussão o moderador poderá introduzir comentários como: “fale-me mais sobre isso”, “pode explicar, p.f.?”, “diga-nos a sua ideia”, “mais alguém tem alguma

ideia?” [46], [49], entre outras frases que perceba serem adequadas. O moderador deverá ouvir todos os participantes e responder de forma neutra, nem que seja com um “ok” ou “hum”. A linguagem verbal é a preferencial, [46] mas o aceno de cabeça ou o cruzamento de olhares de forma a transmitir confiança ao participante também poderão ser usados.

No caso de os participantes fazerem perguntas não relacionadas com o tema ou desviarem a conversa, o moderador deverá ter a capacidade de conduzir a conversa de novo para o tema e, delicadamente, dizer ao participante que, se estiver interessado, poderá responder às suas perguntas no final da discussão do grupo focal [46]. No final da sessão, o moderador deverá perguntar se alguém quer acrescentar alguma coisa, fazer um resumo da discussão, agradecer a todos os presentes e, em caso de lanche, fazer o convite e fechar a sessão. *A posteriori* poderá enviar uma mensagem ou email de agradecimento a todos os participantes.

Existem alguns grupos que têm necessidade de um (ou vários) assistente do moderador, para ajudar no que o moderador necessitar, como tirar notas, por exemplo. Por norma, o assistente não participa na discussão.

- **Duração da discussão focada:** Preferencialmente, a duração deverá ser o tempo mínimo possível de forma a obter informações de qualidade. A bibliografia refere que os autores têm opiniões diferentes, mas, de uma forma geral, o tempo mínimo será uma hora e meia e o tempo máximo três horas [48]. Porém, quanto mais a conversa se alongar, maior será a tendência para começar a dispersar e a perder o interesse devido ao cansaço dos participantes. O número de questões (ou tópicos) a fazer ao grupo, também varia, mas não é aconselhado fazer mais de doze perguntas [49]. Deve começar-se pelas perguntas positivas como alavanca de motivação. É importante que a conversa esteja centrada no tema, evitando desvios para não alongar o tempo de reunião com conversas sem utilidade para o caso em análise, mas tendo sempre em conta a espontaneidade e descontração dos participantes.

- **Local:** O local é um aspeto importante, porque será nesse espaço que as ideias irão surgir. Ou seja, será o local onde irão nascer as ideias que mais tarde irão crescer e entrarão em pesquisa mais aprofundada e que se espera que sejam traduzidas em poderosas ferramentas que nos conduzam ao projeto ideal.

O local deverá ser o mais perto possível dos participantes para evitar grandes deslocações, custos e maximizar a disponibilidade dos participantes. Deverá ser um sítio isolado para evitar interrupções e ruídos, por exemplo, uma sala de reuniões ou sala da

aula. O ambiente e decoração deverão ter caráter descontraído, relaxante e confortável. Deverá ser convidativo e propício a alimentar a conversa e criatividade. A sala escolhida para o grupo focal deverá ser acolhedora para os participantes se sentirem confortáveis, respeitados e livres para opinarem sem se sentirem julgados [46]. Preferencialmente, a mesa deverá ser redonda com as cadeiras ao seu redor, de forma que as pessoas se consigam ver umas às outras e se sintam à vontade e encorajadas a participar. Quando a sessão começar, todos os lugares deverão estar ocupados. No caso de existirem cadeiras desocupadas, deverão ser retiradas de forma a desencorajar atrasos uma vez que estragam o fluxo da conversa e afetam de forma negativa a atividade do grupo [48].

2.9.4 Projeto Axiomático (*Axiomatic Design*)

Recentemente, a literatura aborda ferramentas para a geração de conceitos. A aplicação destas ferramentas traduz-se numa maior eficácia na gestão de tempo e num trabalho mais preciso, focado e acompanhado. O trabalho de equipa é valorizado, assim como a comunicação entre departamentos é facilitada e existe uma melhoria na qualidade do projeto a desenvolver.

Todas as decisões tomadas durante esta fase afetam a qualidade e a produtividade do produto. Más decisões originam perda de tempo, atrasos, falhas e custos desnecessários. É nesta fase que o projeto axiomático (do inglês *Axiomatic Design - AD*) visa atuar com o propósito de fornecer princípios, teorias e metodologias que auxiliem na tomada de decisões de *design*, culminando na melhoria da solução e na resolução de problemas. Tendo também como objetivo estabelecer uma base científica para a tomada de decisões mais lógicas e pensamentos mais racionais [37].

Foi neste âmbito que o Professor Nam P. Suh, do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) (1977) [37] estabeleceu a abordagem axiomática tendo por base que existem princípios que, de uma forma geral, governam o comportamento característico do processo de C&D, denominados por axiomas 1 e 2. Os axiomas são princípios gerais ou verdades evidentes, que não podem ser derivadas ou mesmo provadas verdadeiras, exceto pelo fato de não existirem contraexemplos ou exceções.

Assim, o AD tem como suporte dois axiomas que regem as práticas de um bom projeto: O axioma da independência e o axioma da informação. Sendo o primeiro a procura por soluções admissíveis e independentes e o segundo axioma, sendo um complemento do primeiro, fundamenta-se na descoberta da solução entre as muitas soluções (Figura 12)

propostas tendo por base a minimização da complexidade [50] [51]. Por axioma pode ser entendido como evidência verdadeira com fundamento de uma demonstração para a qual não existe exemplo contrário ou exceções [37].

Seguindo o Projeto Axiomático, o design envolve interação entre “o que queremos alcançar” e como “escolhemos satisfazer as necessidades do cliente”, ou seja, “o quê” e “como” e o *design* assenta em quatro domínios (Figura 11): O domínio do cliente; o domínio funcional; domínio físico; domínio do processo [37].

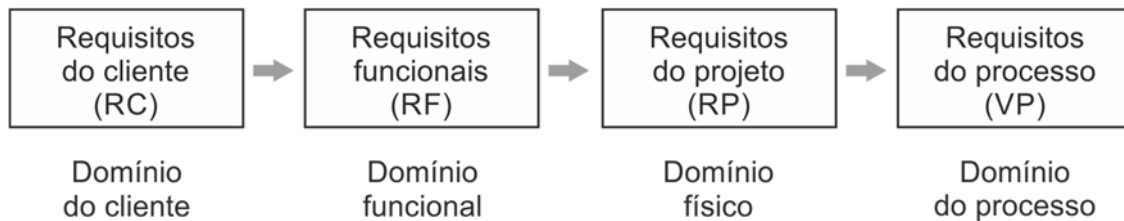


Figura 11 - Os Quatro domínios do design, segundo a Teoria Axiomática [38].

O domínio do cliente é apresentado como o que o cliente espera do produto, ou seja, os Requisitos do Cliente (RC); Os Requisitos Funcionais (RF) correspondem às necessidades do cliente; Os Requisitos do Projeto (RP) englobam os parâmetros de design que satisfaçam as necessidades funcionais, sendo nesta fase que é gerada a solução do projeto; Por sua vez, os requisitos do processo (VP) satisfazem os parâmetros estabelecidos nos requisitos do projeto [50] [37]. A interligação entre os diversos domínios deve ser feita segundo um mapeamento específico definido segundo o AD.

Mapeamento AD

A tradução dos atributos que o cliente procura para os requisitos funcionais, deverá ser feita em ambiente neutro, de forma a esta operação não ser influenciada por soluções pré-determinadas ou existentes. É de ter em conta que, para um dado RF poderão existir vários RPs. Desta forma, o objetivo é ter um RP que não influencie outros RF e que em simultâneo obedeça às restrições do projeto.

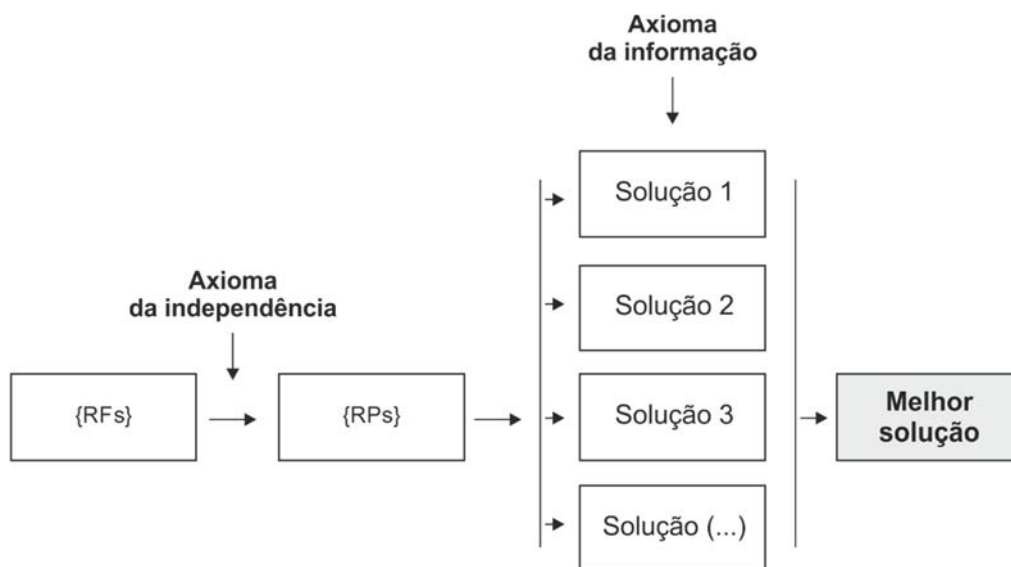


Figura 12 - Axiomas do processo de projeto axiomático [52].

O axioma da informação (segundo axioma) mostra quais os requisitos que satisfazem o axioma da independência (primeiro axioma). Uma vez que o conteúdo da informação é definido em termos de probabilidade, pode ser dito que o segundo axioma determina que o projeto com maior possibilidade de sucesso é aquele com melhor solução. Então, provavelmente aquele que possui menor conteúdo de informação será a melhor solução (Figura 12).

2.9.5 Quality Function Development

O desdobramento da casa da qualidade também conhecida por QFD (do inglês *Quality Function Development*) foi desenvolvida pelo japonês Yoji Akao na década de 60 e tem como objetivo principal desenvolver um produto ou serviço, convertendo as necessidades e expectativas do cliente em requisitos técnicos adequados para cada etapa. Permite ainda que as características técnicas sejam desenvolvidas para atingir uma maior satisfação do cliente, sendo diversas as atividades a serem executadas: pesquisa do mercado, pesquisa básica, invenção, concepção, teste de protótipo, teste do produto final (ou serviço) e serviço pós-venda e solução de problemas [53].

Para tal, a equipa deverá responder a três questões fundamentais: “quem são os clientes?”, “quais são as necessidades do cliente?” e “como serão atendidas e respondidas as necessidades?”. As respostas a estas questões têm lugar na matriz de QFD. A estrutura dessa matriz (ou diagrama) é idêntica à estrutura de uma casa, sendo que a sua construção é semelhante à de uma casa devido à configuração das matrizes quando são justapostas.

O foco na construção da casa da qualidade são as necessidades do cliente, o que origina um maior esforço para obter a máxima informação possível por parte do cliente [53].

Para o preenchimento da matriz da QFD poderão ser atendidas 9 etapas (Figura 13) definidas da seguinte forma:

Etapa 1: Os requisitos respeitantes à VOC, são registados e classificados quanto à sua importância e agrupados por relações de conformidade.

Etapa 2: “Como” satisfazer os requisitos pertencentes à VOF a nível de projeto.

Etapa 3: É realizada a relação entre a etapa 1 e etapa 2, ou seja, as relações são identificadas e classificadas. Essas relações podem ser classificadas com “forte relação”, “moderada relação” e/ou “fraca relação”.

Etapa 4: Os produtos concorrentes são identificados e feito o levantamento de características positivas com potencial de diferenciação do produto e, características negativas, alvo de melhoria. Os requisitos do produto concorrente são classificados. Essa classificação por ser atribuída consoante cumpre a função em estudo no projeto ou não cumpre (“cumpre muito”, “cumpre”, “não cumpre”).

Etapa 5: É realizada a classificação de dificuldades técnicas, o custo e a dificuldade de alterações ao projeto, com o objetivo de definir o projeto.

Etapa 6: Nesta etapa, os Requisitos de Projeto (VP) são definidos. São procuradas as dificuldades e feito o respetivo levantamento.

Etapa 7: É realizada a comparação do projeto com produtos similares que existam no mercado.

Etapa 8: São feitos os cálculos da importância dos requisitos da VOC com as importâncias das suas relações.

Etapa 9: São identificadas possíveis relações entre os VP. As classificações positivas e/ou negativas são cruciais para a definição do projeto. É apurado se o projeto corresponde ao pretendido pelo cliente ou se, por outro lado, o que o cliente pretende é concretizável e em que termos.

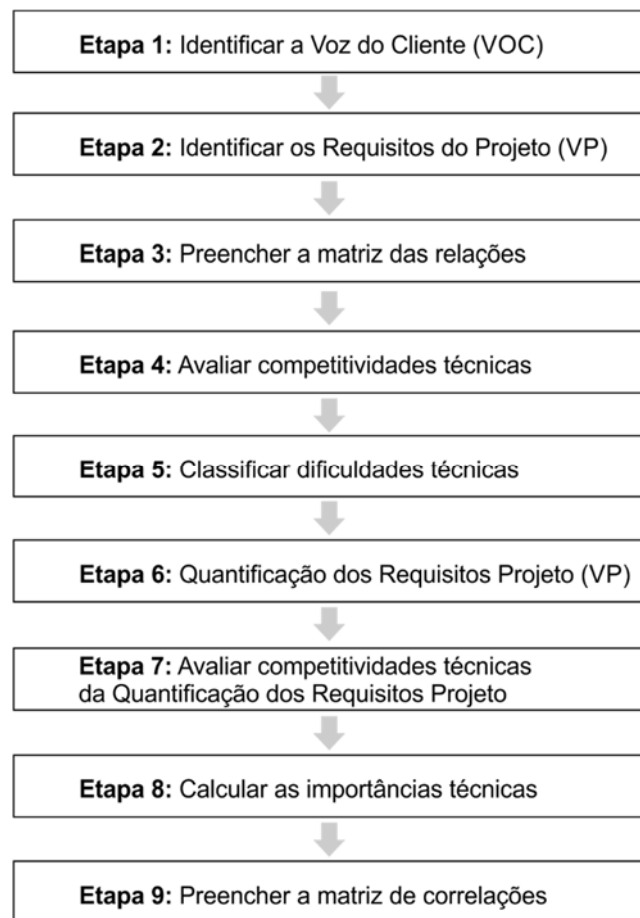


Figura 13 - Etapas para o preenchimento da matriz de QFD [54].

2.10 Materiais e técnicas

Dado o significativo impacto das matérias no desempenho da solução a desenvolver, em particular porque serão alvo de estudo materiais não tradicionais ao nível da engenharia, foi definido neste projeto utilizar materiais de fácil acesso e baixo custo. Como complemento, e se possível, é objetivo reutilizar materiais ou utilizar materiais reciclados como forma de preocupação ambiental. Tendo em conta estas três componentes, são apresentadas de seguida a técnica de papel maché e a técnica de papietagem, muito utilizadas em países como Espanha e México para diversos fins.

Ainda no seguimento deste tema, serão abordados também outros materiais tais como a cola (resina PVA), o PVC (policloreto de vinilo) e o esferovite (poliestireno expandido), todos eles englobados na categoria dos polímeros. Como complemento,

entende-se fazer uma breve abordagem aos materiais compósitos e à sensibilização ambiental, tema de grande importância atualmente.

2.10.1 Papel

Após a segunda guerra mundial, o aumento da procura originou a necessidade da criação de alternativas sustentáveis para a fabricação de matéria prima [54], aumentando o consumo do papel, não só como produto final, mas também como material para a produção de outros produtos. Em 1947, as indústrias de celulose, viram o seu setor evidenciado onde, para além, da prática do uso do papel ficar mais implementada, novas necessidades foram criadas e o consumo de papel e de pasta de papel não parou de crescer.

Em Portugal, as árvores mais consumidas para o fabrico da fibra de celulose, devido à qualidade são o eucalipto e o pinheiro, existindo plantações cultivadas para esse fim. O eucalipto é proveniente da Austrália e adaptou-se com facilidade devido ao solo fértil e clima ameno encontrado em Portugal. É uma árvore de crescimento rápido, uma vez que, em média, apenas em 10 anos é conseguido obter um eucaliptal com condições de corte para a produção de celulose. Em média, um eucalipto resulta em cerca de 24000 folhas de papel em formato A4, de 75g/m² [54]. Em volta do eucalipto existe alguma controvérsia, uma vez que é uma espécie infestante e agressiva para outras espécies e também devido à sua facilidade de combustão acelerando assim, os incêndios ocorridos em Portugal. A sua utilização é maioritariamente na produção de celulose para as empresas de papel. A sua utilização na indústria de mobiliário, na construção civil e como material combustível, tem vindo a decrescer ao longo dos anos, tendo vindo a ser substituído por outras espécies que provaram melhor desempenho.

Técnica de papel maché

Papel maché é proveniente de *papier maché*, expressão de origem francesa e que significa papel mastigado, triturado [55]. O papel maché é uma massa de papel reciclado que é picado, amassado, embebido em água, coado e depois misturado com cola. Eventualmente podem ser misturados outros materiais de forma a adquirir texturas diferentes consoante a sua aplicação. A massa resultante é moldável consoante a aplicação ou molde utilizado [56] [57].

Esta técnica nasceu na China e no seu desenvolvimento também teve influências da Índia e Pérsia [57] [56]., sendo muito usada em objetos de guerra, como os capacetes, em lemes para barcos, em recipientes para líquidos, pratos e em caixas entre outras aplicações [57]. Foi introduzida na Europa no século XVII por intermédio dos comerciantes Venezianos. Em França, descobriram novos usos para este material, nomeadamente em peças de bijuteria, decoração de interiores e móveis. Em Inglaterra, a escola Inglesa do maché, explorou outros usos bastante criativos e de grande qualidade em termos de resistência, destacando-se as estruturas para barcos e elementos de arquitetura. Em Itália, no carnaval de Veneza, as máscaras de papel maché tornaram-se famosas. Mais recentemente no Brasil, as organizações não governamentais (ONGs) têm usado a técnica do papel maché como forma de sensibilizar por intermédio lúdico, o desenvolvimento saudável das crianças, jovens e adultos, sendo exemplo disso, as máscaras que são vendidas em algumas favelas do Rio de Janeiro [57]. Em Espanha, a técnica de papel maché é muito respeitada e apreciada representando uma força contemporânea nas festas populares e efêmeras. Os gigantes e cabeçudos feitos com madeira e papel maché, podem ser apreciados na procissão de Corpus Christi, e/ou no festival de *Las Fallas*. Essas construções gigantes feitas de materiais combustíveis, como a madeira e o papel maché chamadas *fallas* são queimadas no último dia da festa (Figura 14), no final do desfile [56].



Figura 14 - Figuras gigantes feitas de papel maché no desfile em Espanha "*Las Fallas*" [58].

Tendo em conta a sensibilização para o uso de materiais reciclados para novos produtos e a procura por materiais amigos do ambiente, a técnica do papel maché tem vindo a crescer nos dias de hoje [59] [60]. Para além da pasta ter como origem materiais reciclados (como o caso do jornal), para o molde também poderão ser utilizados materiais que estejam em fim de vida como por exemplo garrafas PET, latas, pratos entre outros

[61]. Outras das suas características principais são a facilidade de modelagem, baixo custo para a elaboração da pasta, durabilidade, leveza, plasticidade, podendo adquirir mais ou menos resistência consoante a quantidade de cola usada e a quantidade de material a usar. É fácil de cortar. É ainda compatível com outras aplicações e/ou acabamentos como o verniz e tintas de um modo geral [56] [57].

Em suma, é muito versátil, com múltiplas possibilidades de ser trabalhado, onde a plasticidade e leveza do material são duas das características que fizeram com que fosse adotado como material para a construção de estátuas e elementos decorativos. No presente, a técnica do papel maché está a ser usada no desenvolvimento de novos produtos [57], sendo uma técnica que requer alguma habilidade, paciência, imaginação e gosto por trabalhos manuais [56] [61].

Técnica de papietagem

A papietagem é uma ramificação do papel maché sendo também uma técnica bastante simples. Foi desenvolvida por Pablo Picasso (1881-1973) e Georges Braque (1882-1963) e assenta em duas características principais: a reciclagem de materiais e o baixo custo [56]. Consiste na colagem de várias camadas de tiras de papel reciclado. Esta técnica foi aperfeiçoada passando a adicionar também outros materiais colados como pedaços de madeira, números, letras, pedaços de jornal entre outros, para criar novas texturas e despertar outros sentidos visuais e táteis, alargando-se a criação de novos materiais com base na papietagem [57].

Esta técnica é praticada um pouco por todo o mundo onde a arte de esculpir objetos e uso de papietagem e papel maché vai passando de pais para filhos desde há muitos anos. É de destacar os Alebrijes, que são esculturas de animais feitos em madeira ou outro material de base, revestidos com a técnica da papietagem e/ou papel maché, pintados com cores vivas e alegres em representação do México [57]. Podem ser encontrados em galerias e museus de arte folclórica um pouco por todo o mundo (Figura 15).



Figura 15 – Alebrije da autoria de Pedro Linhares (à esq.) e Alebrije em exposição no Museu popular no México (à direita) [62].

Devido às suas características de caráter ambiental, leveza, manuseio, simplicidade, robustez e baixo custo. Esta é uma técnica muito presente no mundo artístico e no mundo educacional em particular, face à qualidade e acabamento, vantagem perante outros materiais [57] [59].

Existem estudos e trabalhos dedicados à sensibilização e conscientização para o uso de papietagem e papel maché, como materiais principalmente por questões ambientais referentes à sustentabilidade do planeta [57] [59] [60].

Todas as receitas assentam na mesma base: tiras de papel de jornal ou outro papel que não contenha componentes plásticos, intercaladas com cola, podendo ser aplicadas quantas camadas forem necessárias para a estrutura do objeto se tornar mais resistente. Depois da cola seca, o molde pode ser retirado e o objeto poderá ser pintado com tinta acrílica ou outra. A cola usada antigamente era uma goma de fabrico caseiro com farinha de trigo, água e fungicida, sendo mais usual nos dias de hoje, o uso da tradicional cola branca (PVA) ou de metil celulose (CMC) [57] [56] [61].

Resina PVA

Para confeccionar o papel maché e a papietagem, poderá ser utilizada uma resina sintética, comumente designada por cola branca ou cola PVA, feita à base de uma dispersão aquosa de acetato de polivinilo (PVA). As resinas polivinílicas pertencem à família das resinas termoplásticas muito comuns na restauração de móveis devido à sua elevada resistência à tração final [63]. A resina de PVA, apresenta cura em temperatura

ambiente, tem um custo e é utilizada para usos exteriores e não estruturais. Após a sua aplicação, a água é absorvida e a sua composição química forma uma linha homogênea e contínua. Após a secagem, assume a função de película transparente, sendo que, o acetato de polivinilo, é um polímero sintético com elevada resistência mecânica [64].

Policloreto de vinilo (PVC)

A sigla PVC é proveniente de *Poly(vinyl choride)* que em Português significa policloreto de vinilo, também apelidado de policloreto de vinil. O PVC é conseguido através da combinação de etileno e cloro. É um material versátil devido à sua capacidade de receber aditivos como o pigmento e plastificantes, antes da transformação do produto final. Usualmente é aplicado em produtos de longa duração como tubos e caixilhos para janelas [65].

Poliestireno expandido (EPS)

O poliestireno é um homopolímero originado da polimerização do monômero de estireno, que é um hidrocarboneto derivado do petróleo. É uma resina do grupo dos termoplásticos, com a principal característica a sua fácil moldação e flexibilidade sob a ação de calor, que possibilita a forma líquida ou pastosa. As siglas EPS significam *Expanded PolyStyrene* o que em português significa poliestireno expandido. Conhecido em Portugal pelo nome de esferovite, o poliestireno expandido apresenta-se em forma de espuma moldada constituída por um aglomerado de grânulos ou células que resultam da polimerização do estireno em água. O produto final é composto por esferas até 3 milímetros de diâmetro que são expandidas até 50 vezes o seu diâmetro original através de vapor, fundindo-se e moldando-se em diversificadas formas. As esferas contêm cerca de 2% de poliestireno, sendo o restante composto por ar.

O EPS tem elevada resistência mecânica, é insensível à humidade e tem baixa absorção de água. É resistente ao envelhecimento, não é solúvel em água e não prejudica o ambiente. Tem diversas aplicações na área da construção civil, confeção de caixas térmicas para guardar alimentos, copos descartáveis e embalagens. Algumas das suas principais características são o facto de o EPS ser inerte quimicamente, a boa capacidade de isolamento térmico, o baixo custo e a leveza [65].

Materiais compósitos

Entende-se por material compósito quando existe a junção de dois ou mais materiais de características diferentes, tendo o propósito de melhorar a qualidade do material. Os materiais compósitos ocupam um lugar de extrema importância entre os materiais usados na área da engenharia, especialmente quando são comparados aos materiais tradicionais. As principais vantagens, são a facilidade de manuseio e processamento, a rigidez e o baixo peso, em especial nos compósitos de matriz polimérica. Os materiais fibrosos, são apontados como sendo os mais comuns, sendo que, existe a incorporação de fibras a um material aglomerante designado por matriz [66].

De uma forma geral, um material compósito tem uma ou mais fases descontínuas. No caso de várias fases de diferentes compostos, o compósito é chamado de híbrido. A fase descontínua é geralmente mais dura e com propriedades mecânicas superiores às da fase contínua. A fase descontínua é chamada reforço ou material de reforço, sendo que a fase contínua é conhecida como matriz [67]. A matriz pode ser cerâmica, metálica ou polimérica. Dito de outra forma, a matriz é um material contínuo que ocupa os espaços vazios e absorve a fase dispersa. A fase dispersa, por sua vez são partículas, ou fibras que cumprem a função de carga [66].

2.11 Sensibilização ambiental

Desde os tempos mais longínquos que o Homem tem interferido com a natureza sendo o grande responsável por impactos ambientais indesejados. Para colmatar esse problema de caráter mundial, muito se tem feito na tentativa de racionalizar as ações humanas. Conseqüentemente, desde os anos 70, diversos projetos a nível mundial têm como tema principal a consciencialização ambiental, movendo assim, cada vez mais interesses e preocupações, sejam eles governamentais ou a nível empresarial [57].

A este nível, temas como a reutilização de materiais e eco design (ou design ecológico), passaram a estar presentes na sociedade. O papel reutilizado como o caso dos jornais em fim de vida conjuntamente com a técnica da papietagem, pode assumir uma nova função, não como produto final, mas sim como material.

A reciclagem nasceu em resposta à necessidade de proteger o meio ambiente. Compreende-se por reciclagem, o processo através do qual um produto ou material que serviu um propósito, é voltado a introduzir no processo produtivo, dando origem a um novo

produto, seja esse produto igual ou diferente do original, com as mesmas ou outras características e aplicações [57]. Segundo o site da *European Environment Agency*, Portugal recicla 19% dos resíduos que produz, enquanto a Áustria recicla 63%, a Alemanha 62% seguida em terceiro lugar está a Bélgica com taxa de 58% de reciclagem.

A crescente utilização de materiais compósitos, inevitavelmente leva-nos ao aumento da preocupação ambiental. Existem quatro categorias em que a reciclagem pode ser dividida: primária; secundária, terciária e quaternária. Na reciclagem primária, os resíduos são reprocessados de forma a obter produtos idênticos ou iguais aos originais, como o caso de componentes ou produtos fabricados com resinas termoplásticas não reforçadas. Na reciclagem secundária, os produtos originados da reciclagem, não têm as mesmas propriedades do produto original, uma vez que, ao longo da vida do produto algumas propriedades se vão degradando sem possibilidade de as voltar a recuperar. Na reciclagem terciária, os polímeros usados nos compósitos são separados consoante a categoria dos produtos químicos. Consoante o tipo de hidrocarbonetos, poderão ser usados em outros produtos químicos, monómeros, polímeros e/ou diversos tipos de combustível. Por sua vez, as fibras e cargas resultantes deste processo, podem ser usadas para compostos de moldação. Na reciclagem quaternária, os resíduos são queimados e a energia resultante desse processo, é transformada em gás ou outros combustíveis que servem para outros fins [66].

A trituração, pirólise, incineração e dissolução por ácido, são técnicas usadas para a reciclagem de compósitos. No caso da trituração, é um processo de reciclagem da categoria secundária, em que os compósitos são cortados em dimensões específicas para outras utilizações. A pirólise, faz parte do processo de reciclagem terciário e resulta na decomposição do polímero através de temperaturas elevadas e sem a presença de oxigénio. A incineração, é considerada reciclagem, desde que a energia resultante deste processo seja utilizada para outros fins. A dissolução por ácidos, geralmente não é aceitável a nível ambiental, uma vez que envolve a decomposição dos polímeros através de produtos químicos [66].

Reciclagem de papel

A principal matéria prima para a fabricação do papel é a fibra de celulose derivada da madeira, sendo uma matéria prima natural e renovável. Quando utilizada pela primeira vez, a fibra de celulose é chamada de fibra virgem. Quando reutilizada como matéria prima para a fabricação de papel, adquire o nome de fibra recuperada ou reciclada [68]. Uma das

vantagens ambientais do papel, é o facto de ser 100% reciclável e biodegradável. O papel é um dos materiais que perde propriedades com a sua utilização. Porém, a reciclagem do papel torna-se vantajosa pela minimização do uso dos recursos naturais como a celulose, energia e água [57].

O papel depois de utilizado é recolhido através do canal industrial e canal municipal. No canal industrial, a recolha do papel é realizada a através do sector privado que se ocupa da recolha em supermercados e grandes superfícies. No canal municipal, a recolha é da competência das câmaras municipais, que incide na hotelaria, escritório, comércio e na recolha de papel em casa dos particulares. Para que a recolha seja adequada e seja evitada a contaminação, é crucial que o papel e cartão sejam recolhidos em separado de outros materiais. Para esse efeito é utilizado o ecoponto azul, que *a posteriori* é transportado por camiões grua para armazéns recuperadores de papel e cartão. É classificado por tipos, acondicionado e armazenado. Assim sendo, o papel (e cartão) outrora em final de vida, é convertido em matéria prima para a industria papeleira [68].

Estima-se que a percentagem de papel impossível de ser recuperado é de 19%. Neste valor, estão incluídos livros existentes nas bibliotecas e outros papéis não recicláveis como o papel higiénico [68].

Reciclagem de policloreto de vinilo (PVC)

Existem muitos tipos de resíduos plásticos e a maioria não são compatíveis entre si. O preço que os fabricantes de polímeros estão dispostos a pagar por polímeros reciclados, depende do preço de mercado da resina virgem e das aplicações que os fabricantes pretendem dar ao material reciclado. Plásticos mistos, por norma, são comprados por preços mais baixos mas, em contrapartida, as aplicações são em produtos com propriedades pobres e variáveis [65].

A separação dos diferentes tipos de plásticos pode ser feita manualmente, por flutuação ou usar técnicas avançadas de separação e deteção de propriedades químicas, óticas, elétricas ou físicas entre os vários tipos de plásticos de forma a serem classificados. A correta separação dos plásticos é muito importante, uma vez que basta uma percentagem mínima de outro material para contaminar lotes inteiros de materiais, perdendo assim o seu valor em termos de propriedades e, conseqüentemente, o seu valor monetário [65].

O PVC depois de reciclado entre outras aplicações, pode ser utilizado para a fabricação de tubos coextrudidos, material de revestimento em vinil coextrudido para casas e caleiras. Também é frequente ter utilizações como frascos de contato não alimentício e fibras para a produção de meias, camisolas e outras peças de vestuário. Contudo, um dos problemas encontrados para a reciclagem de PVC é a falta de recolha deste material pós consumo. Após a sua reciclagem, duas das suas características que, de forma geral, são menos apreciadas é a sua instabilidade térmica e o facto do PVC poder contaminar outros materiais, como o caso do PET (polietileno de tereftalato) [65].

Reciclagem de poliestireno expandido (EPS)

Este tipo de resíduo, possibilita a sua reciclagem a 100% ou a sua reutilização. A recolha deste resíduo é mais facilitada uma vez que principais pontos de recolha da esferovite são as empresas de comércio e fabricação que geram desperdícios deste material e o colocam armazenado todo num só local, o que torna a recolha prática e económica. Contudo, o EPS ser leve é uma vantagem, mas para o transporte torna-se um problema. Como os materiais usualmente são vendidos ao quilo, a esferovite é muito leve e faz com que não se justifique o transporte para a reciclagem do resíduo. A título de exemplo, um restaurante de *fast food* que armazena muitas embalagens e ao final de uma semana, tem muito espaço ocupado, depois das embalagens compactadas o resíduo só pesa muito pouco [65].

A esferovite implica a compactação ou densificação do material para retirar o ar alojado entre as células de forma a permitir e ser convenientemente medido, pesado e transportado. A sua compactação danifica a sua estrutura celular para alcançar a densidade desejada. Um dos principais problemas na reciclagem deste material é a degradação do polímero e a deterioração das suas propriedades aquando da densificação se o método utilizado implicar calor. Maioritariamente os métodos para a densificação, empregam fusão ou compressão da espuma, tais como, lâmpadas com infravermelhos, tambor rotativo aquecido ou outros que envolvem calor. Os sistemas mais adequados são os que apenas empregam pressão e não envolvem calor [65].

Após a sua reciclagem, é também utilizado para drenagem e paredes em plantações agrícolas e em jardins. Na compostagem de resíduos orgânicos, pequenos pedaços de EPS podem ser utilizados para servir de alavanca no desenvolvimento da atividade microbiana (de 3 a 5 partes de volume de EPS para 20 partes de outro tipo de resíduos), uma vez que é um bom isolante térmico, ajuda a manter a temperatura e a conservar as

temperaturas quentes durante mais tempo, conseguindo assim atingir mais cedo a sanitização do composto. É de salientar que o EPS não apodrece. Também pode ter outras utilizações como isolante de som. Entre outras utilizações, pode ser utilizado como ingrediente no fabrico de tijolos de argila e painéis de betão [65].

2.12 Ensaios mecânicos

Quanto à sua integridade, os ensaios podem ser classificados como ensaios não destrutivos e os ensaios destrutivos. Os não destrutivos são os ensaios que não danificam a peça e são utilizados como ferramenta de controle de qualidade para avaliar e detetar falhas nos respetivos materiais em diferentes fases do processo, assim como nos materiais e produtos semiacabados e/ou acabados, a título de exemplo, temos os ensaios por inspeção visual e os ensaios radiográficos.

Os ensaios destrutivos são normalmente os ensaios mecânicos, ou seja, independentemente do tipo de ensaio utilizado, o objetivo é testar o provete ao máximo causando rutura, deformação e em alguns casos, a sua destruição, testando as capacidades mecânicas do provete até ao seu limite, ficando este inutilizado. Estes ensaios são muito importantes uma vez que permitem avaliar se o material e/ou produto apresenta as características adequadas à função a desempenhar.

Os ensaios mecânicos são objeto de vários testes, cálculos, gráficos e tabelas em conformidade com normas técnicas concebidas para o efeito. Para realizar um ensaio é necessário um protótipo, um objeto já fabricado ou um provete de acordo com as normas técnicas estabelecidas, em que o material deverá ter as mesmas características mecânicas do produto final.

A nível de ensaios mecânicos, descrevem-se de seguida os ensaios flexão.

Ensaio de flexão

Os ensaios de flexão são bastante utilizados devido à simplicidade dos equipamentos e procedimentos necessários. De acordo com Davim (*et al.*) [69] a grande vantagem de recorrer aos ensaios de flexão é a de permitir utilizar provetes mais fáceis de maquinar que os provetes de tração. É possível ensaiar materiais frágeis ou de elevada dureza, como o caso de cerâmicos, aços, ferro fundido e metais duros, de forma a fornecer elementos quantitativos da deformação desses materiais. É de ter em conta, que em materiais frágeis,

os resultados obtidos, poderão ter dispersões até aos 25%, por isso, Davim defende que sejam realizados diversos ensaios para ser possível estabelecer a média dos valores obtidos. Diversos fatores influenciam os resultados dos ensaios de flexão como, por exemplo, o tipo de velocidade de aplicação, a força do ensaio, a distância entre apoios e as dimensões da secção transversal do provete.

Para os ensaios de flexão é aplicada uma carga em determinados pontos de um provete com dimensões padronizadas. A carga aplicada começa com um valor igual a zero e aumenta gradualmente até a rutura do provete [69]. Existem os ensaios de flexão em quatro pontos e ensaios de flexão em três pontos consoante o número total de suportes e de pontos de carregamento. Para o ensaio de quatro pontos (Figura 16), é utilizada uma barra apoiada com aplicação de carga em dois pontos com distâncias iguais dos apoios. Existe uma zona considerável de momento fletor constante. O deslocamento é medido através de um transdutor de deslocamentos, enquanto no ensaio a 3 pontos (Figura 17), é habitualmente utilizado o cabeçote de deslocamento da máquina. O ensaio com três pontos, consiste em ter uma barra apoiada em que a aplicação da carga é efetuada ao centro da distância entre os dois apoios. Na prática o ensaio de flexão de 4 pontos tem algumas vantagens mas, não sendo significativas, o ensaio de 3 pontos é largamente mais utilizado [66], sendo este último o estudado para a realização deste trabalho.

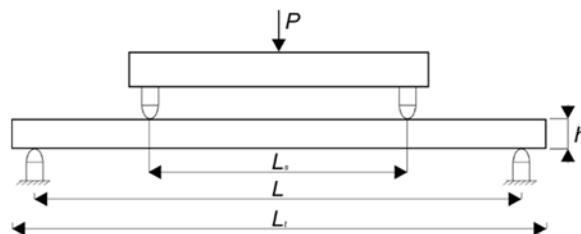


Figura 16 - Ensaio de flexão em 4 pontos [66].

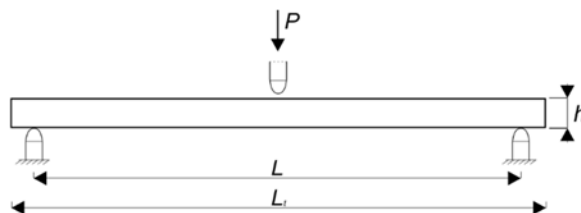


Figura 17 - Ensaio de flexão em 3 pontos [66].

Alguns dos elementos resultantes deste ensaio são relacionados com o módulo de tenacidade, módulo de rutura na flexão, módulo de elasticidade à flexão e módulo de resiliência. Uma das propriedades mecânicas avaliada é a tensão de flexão.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

3 METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta para a C&D do produto, terá inevitavelmente influências dos autores estudados, mas com maior foco no método do processo de conceção e desenvolvimento do produto usado pelos autores Karl T. Ulrick e Steven D, nomeadamente porque não existirá a produção do produto, e onde a fase de “testes e acertos” e “produção ramp-up” foram substituídas pela fase de “validação do produto”, dado que o este projeto visa desenvolver apenas um Mr. Go.

Assim, a metodologia proposta é composta por 5 fases, sendo elas: Planeamento do projeto; Desenvolvimento do conceito; Anteprojecto; Design e detalhe e Validação do produto (Figura 18).



Figura 18 - Etapas propostas para o desenvolvimento do produto [43].

3.1 Planeamento

É considerada a fase zero por ser a fase da entrada e aprovação do projeto. Funciona como um guia uma vez que é nesta fase que é estudado o mercado e público alvo do produto, onde são estabelecidas as metas comerciais e os principais pressupostos, oportunidades e restrições [41]. É nesta fase que as ideias começam a ganhar forma e estrutura, sendo ainda a fase de definir e planear todo o projeto.



Figura 19 - Fases do planeamento.

Para este desenvolvimento deverão ser abordadas duas componentes: Alinhamento estratégico e Alinhamento do processo de desenvolvimento do produto.

3.1.1 Alinhamento estratégico

Primeiramente, é necessário definir o alinhamento estratégico, ou seja, tentar perceber qual a estratégia a seguir no projeto de forma a salientar e criar impacto positivo perante os utilizadores da solução a desenvolver (Figura 20).

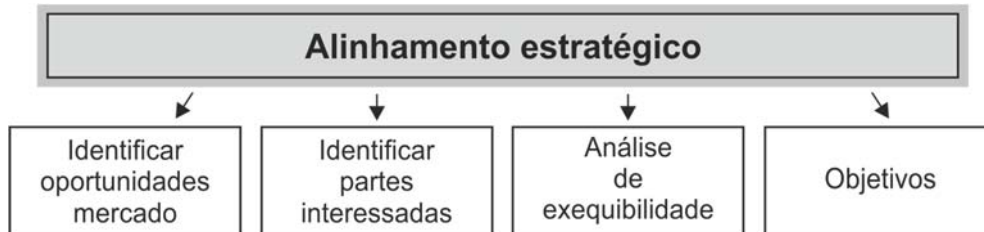


Figura 20 - Fases do alinhamento estratégico.

Este alinhamento deverá envolver cinco áreas: Identificação de oportunidades de mercado, identificar as partes interessadas, análise de exequibilidade, os objetivos e os prazos [41].

No caso de projetos que são entregues a equipas, seria nesta fase definida a equipa. Para que o trabalho de equipa funcione da melhor maneira, é importante ter em conta os seguintes aspetos: todos os elementos da equipa deverão ter uma visão geral do projeto; a passagem de informação deverá ser direta e clara para não existirem dúvidas ou diferentes interpretações; todos os membros da equipa deverão estar envolvidos e comprometidos desde o início do projeto; as metas a atingir devem ser cumpridas (Anexo 1). Quando os membros da equipa aceitam os termos deverão fazê-lo de forma consciente, ou seja, se conseguem ou não cumprir com o acordado. Basta um dos membros falhar com as suas responsabilidades, para se desmorerar todo o projeto, incluindo o trabalho elaborado pelos restantes membros da equipa. Regras básicas como disciplina, boa comunicação e hierarquia deverão ser tidas sem conta. É importante existir ou ser eleito um gestor ou chefe de projeto, assim como, definir as tarefas de cada membro e os prazos a cumprir [41] [70].

3.1.2 Alinhamento do processo de desenvolvimento do produto

Estando o alinhamento estratégico definido, começa o alinhamento do processo de desenvolvimento do produto (Figura 21). Nesta fase o plano do projeto começa a ser definido, o tempo para apresentação ao público é marcado. As pesquisas são realizadas

não só em termos de bibliografia e internet, como todas as ideias e opiniões são bem-vindas. Procura-se perceber o que existe no mercado e como foi produzido, quais os materiais usados e softwares usados. Por último, o projeto será definido e os recursos distribuídos [41].



Figura 21 - Fases do alinhamento processo desenvolvimento do produto.

Pesquisa

Através de pesquisa elaborada de forma metódica, são atingidos grandes resultados. É um método que deve ser respeitado e realizado de forma ordenada. O método facilita a sistematização da aprendizagem. Cada área de estudo tem o seu método de pesquisa, mas a finalidade é a mesma: aprendizagem [71].

O raciocínio crítico deve ser analisado de forma a determinar a problemática (o que é pretendido pesquisar). Encontrada a problemática, deverá ser transformada em perguntas claras e diretas. Perguntas importantes a serem exploradas: Como? Qual? Quais? Por quê? Onde? Quando [71]? No método científico, as principais técnicas de pesquisa são: pesquisa documental e pesquisa bibliográfica; pesquisa de campo e pesquisa de laboratório; observação, entrevista, questionário e formulário. A objetividade, imaginação e criatividade do pesquisador, são ferramentas com extrema utilidade [72].

Recursos

O que por vezes gostaríamos de produzir, não corresponde ao que é possível produzir. Por vezes existem limitações e constrangimentos tanto a nível de equipamentos, quanto de materiais e de pessoal. É necessário perceber quais os recursos disponíveis e a disponibilidade para a concretização do projeto. O planeamento dos recursos é importante na concretização do projeto evitando assim, contratempos de calendário e custos extraordinários evitáveis [41].

Custos

A estimativa de custos durante a fase de projeto é uma área de importância significativa. A preocupação em minimizar os custos deverá estar presente durante o processo de desenvolvimento e produção do produto. Porém, diversos autores referem que os custos estimados na fase inicial ou mesmo durante o processo de desenvolvimento do produto poderão ficar comprometidos, uma vez que ainda poderão existir incertezas e poderão existir “surpresas” ao longo do processo. Por outro lado, existe um dilema porque é na fase inicial onde são tomadas decisões quanto aos custos [50].

A estimativa de custos pode ser posta em prática como raciocínio de avaliação de duas formas distintas: uso de tecnologias de processo para redução de custo total (“*design-for-cost*”) ou desenvolver um produto que não ultrapasse um valor designado antecipadamente (“*design-to-cost*”) [50]. Os principais elementos do *design-to-cost* aplicados a este projeto poderão ser os materiais, a fabricação, mão de obra, produtos secundários, expedição e logística, programação e software e manutenção. Quanto ao material, deverá ter-se em conta o tipo de material a usar e a quantidade de material. O *design* deverá ser pensado de forma inteligente para não usar material em excesso e escolher um material mais económico e que garanta um bom produto que atinja os objetivos propostos.

A fabricação é, muitas das vezes, o fator onde se gasta mais dinheiro. Tem de ser pensada de forma inteligente e, no caso de serem necessário parceiros, estes deverão estar ao corrente do projeto logo desde o início, para evitar deslizes em termos de design e de material, que poderão sair caros. O processo de *Design-for-Manufacturing* (DFM) é a atitude mais inteligente. Mão de obra é um custo que também terá de ser tido em conta. Em projetos que envolvem mão de obra, este custo pode ter uma parte significativa para o custo total do projeto. Também não podem ser esquecidos os produtos secundários, como o caso das ferramentas que, por vezes, têm de ser compradas para uso num projeto específico e estão sujeitas a desgaste[73]. Outros custos, como programação e software [50], também deverão ser considerados. Durante o processo e desenvolvimento, a expedição e logística deverão ser contabilizadas. Neste caso em particular, o robô será transportado de um edifício para o outro e não haverá propriamente um custo. Mas, no caso de projetos em que seja necessário recorrer a transportadoras ou outro tipo de expedição e logística, é importante não esquecer estes custos. Por fim, a manutenção do produto, deverá também ser contabilizada [73] [74].

Definição de prazos

Prazos e duração temporal dos projetos, são uma preocupação constante que acompanha todas as fases do processo e que pode prejudicar com consequências graves o lançamento ou apresentação de um produto [38] [70]. Para combater essa preocupação é nesta fase que a duração temporal do projeto em cada item é delineada, assim como, a conclusão e apresentação do produto [41]. A criação de um cronograma com as tarefas, respetivos prazos de conclusão e apresentação do produto, é importante para minimizar a probabilidade de falhas temporais.

Produção

As decisões quanto à produção ainda são preliminares, mas é necessário considerar capacidades e restrições das operações. É necessário saber quais as instalações para produção e montagem, e a respetiva disponibilidade. Quais os possíveis fornecedores e disponibilidade, quais os sistemas de produção existentes e disponíveis para o projeto [41].

3.2 Desenvolvimento do conceito

É nesta fase que os requisitos são medidos e são identificadas as necessidades do mercado e publico alvo. É a fase em que a voz do cliente é ouvida. São identificados os requisitos críticos para o sucesso (CTQs), ou seja, os requisitos de marketing, requisitos de engenharia e requisitos de desempenho. São recolhidas informações também sobre constrangimentos ambientais, de segurança, de fabricação e sustentabilidade. As informações são interpretadas e posteriormente são organizadas as necessidades e são hierarquizadas. As importâncias das necessidades são determinadas e o processo é revisto [40].

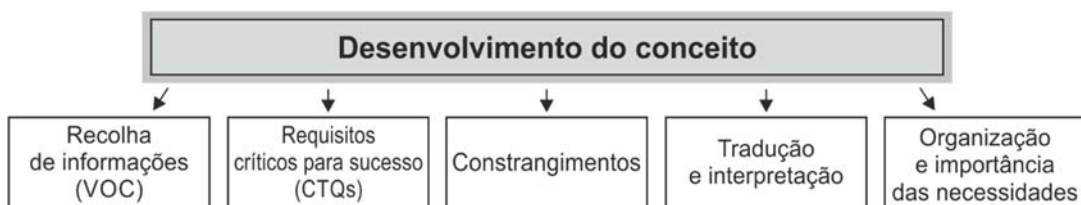


Figura 22 - Tabela das fases de desenvolvimento do conceito [76][77].

Todos estes elementos estão associados ao desenvolvimento do conceito, sendo que, por conceito, entende-se descrição da forma, função e características do produto e, onde o objetivo central se prende com a definição de um conjunto de especificações [41].

As etapas sugeridas fazem sentido para este projeto em particular, mas obviamente poderão ser ajustadas de forma diferente para outros projetos.

Recolha de informações

Identificados os clientes ou os utilizadores e partes interessadas deve-se recorrer às técnicas que estão à disposição para apurar quais são as necessidades dos utilizadores e quais são as suas expectativas. Ou seja, é hora de “ouvir” a Voz do Cliente (VOC), uma vez que o produto deverá ser focado nas suas necessidades. É importante que as informações recolhidas sejam as mais fiéis possível. Nesta fase, as pesquisas e recolhas de dados feitas de forma presencial e, se possível, pelas pessoas que estão ligadas ao projeto, incluindo o designer, são consideradas de maior qualidade, uma vez que estão a ser recolhidas de forma direta [41].

Para a recolha de informações, diversas técnicas poderão ser usadas, tais como as técnicas de observação, inquéritos, estudos de caso, utilização de dados de fontes secundárias e/ou de fontes administrativas. Para o presente projeto as ferramentas consideradas mais adequadas pela sua relação direta com possíveis utilizadores e em termos qualitativos e quantitativos, foram as entrevistas semiestruturadas e o grupo focal (*focus group*).

Requisitos críticos para o sucesso

O objetivo desta etapa prende-se com a identificação dos requisitos críticos para o sucesso são os requisitos de marketing, engenharia e desempenho. Quanto aos constrangimentos poderão ser de carácter ambiental, de segurança, de fabricação e de sustentabilidade.

Conversão dos requisitos em funções

Há a necessidade de ter em conta que os clientes se exprimem, não só em termos técnicos, mas também em termos emocionais e nem sempre a informação recolhida está bem estruturada. Digamos que a informação recolhida está em bruto e terá de ser analisada, interpretada e feita uma triagem em termos de necessidades reais do cliente. Todas essas informações e necessidades serão ordenadas de forma hierárquica. Uma pequena estrutura na recolha de informações e na forma como essas informações são tratadas, é importante para que nenhuma informação seja perdida. Nesta etapa serão

interpretadas as informações recolhidas dos clientes e as necessidades serão organizadas em termos prioritários [41].

3.3 Anteprojeto

A fase do anteprojeto é também a fase de gerar conceitos onde são reunidas as necessidades do cliente e são especificadas as metas. Diversas soluções são analisadas, que, por sua vez, dão origem à solução para o produto final. O *design* do produto é definido e decomposto de forma preliminar. São criados os primeiros desenhos do produto, os planos preliminares dos componentes principais, os planos iniciais para o sistema de produção e os planos para a respetiva montagem. Ou seja, nesta fase o projeto e a solução são vistos e revistos de forma global [41].

Nesta fase, e mediante os elementos reunidos, devem ser realizados os primeiros esboços em papel ou informaticamente. Não um, nem dois esboços, mas sim os que forem necessários para chegar ao resultado mais aproximado do que o cliente pretende e que seja possível de fazer mediante os recursos disponíveis. Numa primeira fase, é importante dar largas à imaginação e ser criativo. O *designer* deverá ter a capacidade de ser crítico do seu próprio trabalho. Será decidido o que irá ficar para trás e o que irá continuar a ser aperfeiçoado de forma a conseguir o melhor resultado possível. Essa tomada de decisão não tem de ser feita por uma só pessoa, sendo possível e recorrente o designer pedir opinião a quem considerar ter uma opinião relevante para o projeto. Ou seja, pode ser alguém com conhecimentos específicos e com sentido crítico, ou exatamente o oposto. Para um projeto específico pode ser benéfico que o indivíduo com opinião mais relevante, seja alguém sem conhecimento de causa, ou até mesmo o próprio cliente. Tudo depende do projeto em questão e da necessidade específica do designer naquele momento [75].

A este nível a adoção de abordagens estruturadas e, de técnicas de reconhecido valor, reduzem a probabilidade de problemas, permitem a exploração de todos os processos e transmitem confiança a quem está a trabalhar nos projetos [41]. Neste âmbito e com base na pesquisa bibliográfica realizada, foram adotadas como técnicas de suporte nesta etapa, o AD e o QFD (Figura 23).

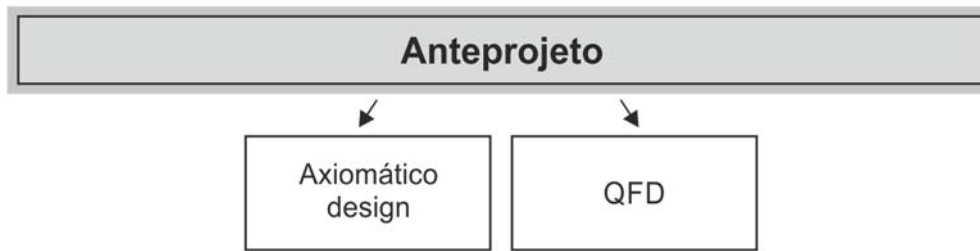


Figura 23 - Fases do anteprojeto. [41].

O AD é uma excelente ferramenta para a seleção de conceitos, enquanto o QFD é uma boa matriz de decisão. Ambas as ferramentas podem coexistir no mesmo projeto, explorando assim as potencialidades de cada uma delas [50], como é o caso do presente projeto. Magrab (*et al.*) [76] ajusta a ferramenta QFD com o projeto axiomático, sendo afirmado pelo autor que, quando adequado, os requisitos funcionais deveriam ser primeiramente instituídos e utilizados para organizar os requisitos de projeto na ferramenta QFD [77].

Pode considera-se uma fase interativa pois pode recorrer-se à geração de conceitos sempre que existir necessidade, o que pode resultar numa reavaliação dos processos. Pode ser aplicado, tanto em conceitos gerais, como conceitos de subsistemas e elementos específicos [41]. Nesta fase, serão usadas algumas métricas como auxiliares e alavancas de projeto.

3.3.1 Projeto axiomático

Após os requisitos do cliente (RC) serem atendidos, define-se um requisito funcional (RF) inicial de um só item e um requisito de projeto (RP) que o atende. A partir do RF e do RP, desdobra-se o processo em zig zag e, conseqüentemente, os RFs de cada nível são atendidos pelos RPs do mesmo nível. O processo será repetido até o projeto estar suficientemente detalhado [37] (Figura 24).

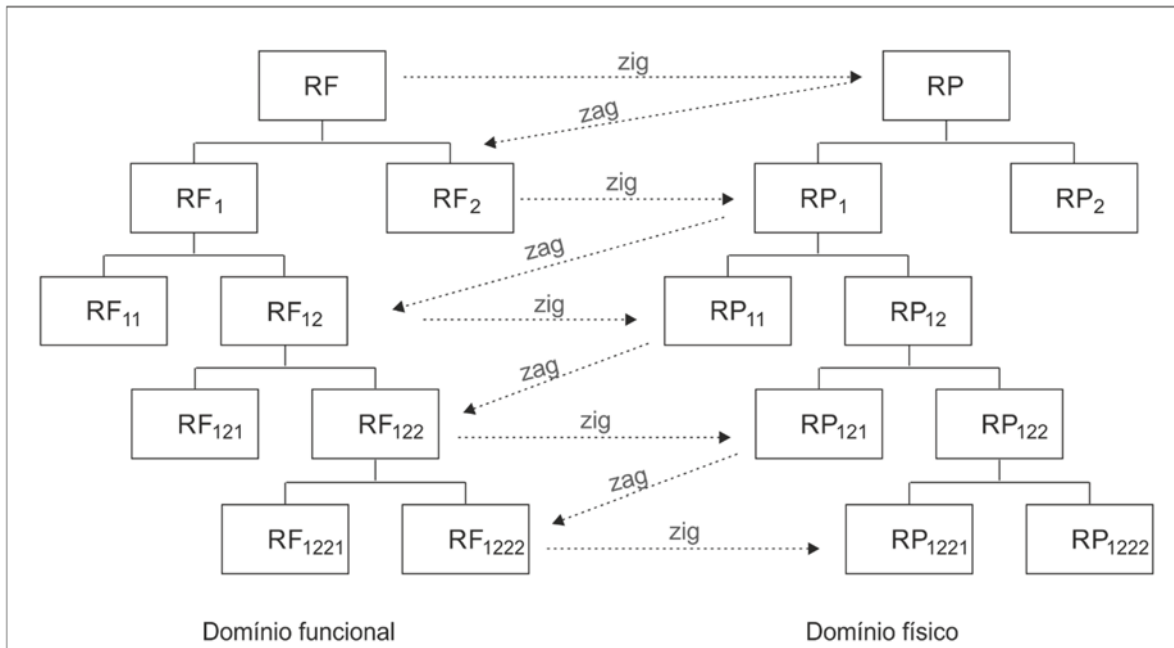


Figura 24 - Decomposição em zig zag dos FR e dos RP [95].

Durante o mapeamento de processo, as decisões de design devem ser baseadas no Axioma da independência. Quando existem diversas soluções que satisfazem o Axioma da Independência, o Axioma da Informação pode ser usado para definir a melhor solução. Desta forma, sistemas com apenas um RF que correspondem a um RP aceitável, satisfazem o axioma da independência, só necessitando assim, de satisfazer o axioma da informação.

3.3.2 Quality Function Deployment

A especificação do projeto deve ser a mais rigorosa possível, para permitir a tomada de decisões. Assim, os desejos e necessidades do cliente deverão estar descritas com exatidão a especificação de *design* deve ser completa, e abrangente e nela deve explicitamente ser reconhecido o valor do produto que o cliente pressupõe obter. Para as especificações do projeto serem fiéis, os *designers* para além de outras competências, também têm de ser humildes para pedir ajuda e rigorosos com especial atenção ao detalhe. Esse “pedido de ajuda” e rigor é possível se implementada a QFD, traduzida como a casa da qualidade [36], onde se destacam quatro fases principais:

- A matriz é desenvolvida para explorar as hipóteses técnicas de um produto correspondentes às necessidades do cliente;

- É feita a análise de produtos concorrentes para classificar a satisfação do cliente e o desempenho técnico;

- São atribuídas metas de carácter quantitativo a cada um dos atributos técnicos do produto;

- São atribuídas prioridades às metas definidas;

Uma das características da Casa da Qualidade é poder ser usada num todo, ou por secções, consoantes as necessidades ou fases do projeto, de acordo com a Figura 25.

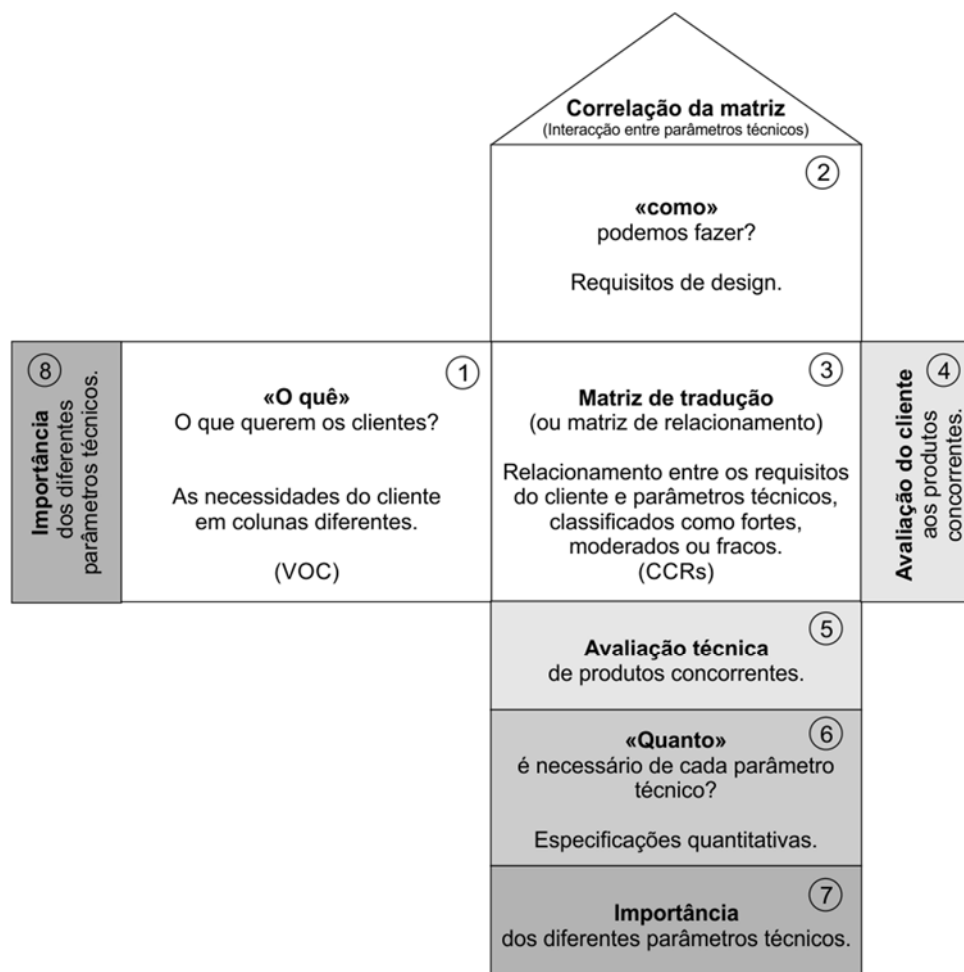


Figura 25 - Casa da Qualidade (QFD) [36].

Observando a Figura 25, o ponto 1, 2 e 3, representam o “coração” da Casa da Qualidade. Aqui são representadas de forma individual, as necessidades do cliente (*Voice of Cliente*) e os respetivos requisitos de *design*, ou seja, “como” fazer para atender às necessidades e expectativas do cliente. Depois, é elaborada a matriz do relacionamento. Todas as necessidades do cliente são correspondidas em função dos requisitos de design.

No campo 4 e 5, são analisados produtos existentes no mercado, com funções ou características idênticas. Os clientes dão a sua classificação em termos técnicos e a equipa de projeto analisa esses mesmos produtos. As classificações e comparações são feitas sendo possível conhecer melhor a opinião do cliente relativamente a determinado produto. No ponto 6, as metas começam a ser estabelecidas. O novo produto proposto é comparado com uma seleção de produtos concorrentes. Todos os produtos são analisados em busca da melhor solução a ser usada para o desenvolvimento do novo produto. Uma vez identificados os objetivos do produto, as prioridades das metas são definidas no ponto 7 e 8 do diagrama. Por vezes, existem metas de design difíceis de atender ou que são comprometidas na resolução de conflitos. É importante estabelecer prioridades para existir um reforço máximo no atendimento de metas prioritárias [36].

A Casa da Qualidade (QFD), pode ser usada não só no planeamento do produto, mas também como suporte a todo o processo de desenvolvimento do produto. Conforme a Figura 26 na primeira casa da qualidade, as informações entram como requisitos do cliente (VOC) e saem como especificações do produto [36].

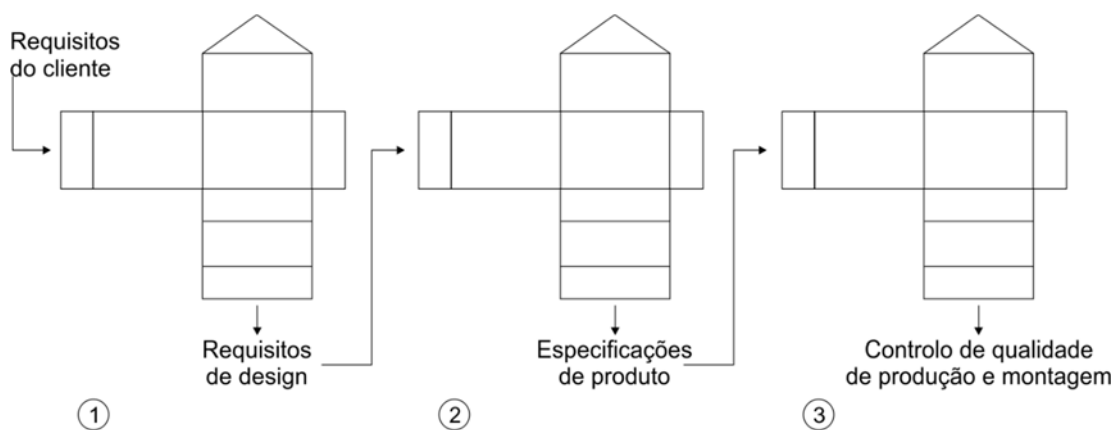


Figura 26 - Diagrama da Casa da qualidade desde a fase dos requisitos do cliente até a fase final de produção e montagem do produto [37].

Os requisitos do cliente são registados, e saem após serem transformados em requisitos de *design*, (ou requisitos funcionais, de acordo com o AD). No diagrama 2, os requisitos de *design* entram para a posição anteriormente usada como requisitos do cliente, de forma a fazer a matriz de relacionamento com “como” fazer a engenharia do produto para atender as especificações do produto (ou requisitos de projeto, de acordo com o AD). O topo da matriz é usado para fazer o relacionamento entre os parâmetros técnicos (requisitos de projeto). Após existir um produto com as especificações estabelecidas, entramos no terceiro diagrama da casa da qualidade (QFD) de forma a traduzir as especificações do produto num conjunto de procedimentos para o controlo de qualidade

para a fabricação e produção do produto. Após estas etapas, os critérios de especificação do produto são reunidos, para ser possível testar o produto [36].

3.4 Design e detalhe

O desenho do produto será devidamente detalhado e pormenorizado nesta fase. Assim, são especificados todos os componentes, materiais e respetivas tolerâncias. No caso de componentes padrão, estes, deverão ser apresentados de forma a serem adquiridos aos fornecedores.



Figura 27 - Fases do design e detalhe.

Nesta fase devem existir desenhos técnicos de cada peça e respetivas ferramentas, assim como, especificações das peças que irão ser compradas e nomes de possíveis fornecedores para esses componentes. Deve ser feita a descrição completa dos materiais a usar, planos de processo de produção e guias para montagem do produto entre outras informações necessárias para um produto bem-sucedido [41]. Ou seja, nesta fase, o produto passa da fase de design conceptual para um processo de design mais detalhado e concreto, envolvendo questões críticas como: a seleção dos materiais, o custo da produção e a robustez do produto [36].

O desenho é realizado com todos os pormenores. Detalhes como a escolha do nome, as cores utilizadas e outros pormenores são estudados e apresentados nesta fase. É realizada uma reflexão e é revisto todo o projeto antes que o mesmo fique comprometido por questões em falta.

3.5 Validação do produto

Esta é a fase em que o produto é validado, sendo por vezes necessário recorrer a protótipos e testes (Figura 28). O número de protótipos a realizar é previsto na fase inicial e varia consoante os produtos e necessidades. Primeiramente, são construídos os protótipos *alfa* que são usados para perceber se o produto funciona conforme previsto.

Nesta fase, os protótipos são de geometria igual ao produto final, mas geralmente com materiais existentes em stock e/ou de fácil acesso e baixo custo, preferencialmente com propriedades semelhantes às dos materiais finais.



Figura 28 - Fases da validação do produto.

A *posteriori* são construídos os protótipos *beta*, que servem para avaliar a confiabilidade do produto e detetar possíveis erros que possam ter ocorrido. Nesta etapa, por vezes os protótipos são testados pelo cliente. Os materiais utilizados podem ser os materiais finais e o processo de fabrico será o mais idêntico possível, consoante os processos e máquinas a usar, o que, por vezes não será possível [41].

Após a validação do protótipo por parte do cliente, são construídos os chamados protótipos de pré-produção. Se possível, os materiais deverão ser os finais, assim como todo o processo de produção e respetiva montagem. As peças são construídas, analisadas e testadas quantas vezes forem necessárias. No final, existe um protótipo piloto que representa o produto final e está pronto para a fase da produção [41].

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: Mr. Go

Seguindo a metodologia apresentada no capítulo 3, o presente capítulo é dedicado à implementação da metodologia adotada ao desenvolvimento do robô guia Mr. Go. Este projeto enquadra-se no esforço por parte do IPEiria na procura de novos alunos nacionais e internacionais. Um robô desenvolvido no IPEiria poderá ser visto como uma forte estratégia de marketing e/ou um plano de negócio. O robô guia será usado como cartão de visita e promoção da escola de forma a captar a atenção de possíveis alunos, parceiros, entre outros.

É do conhecimento geral, que quando, as pessoas podem tocar, conviver, experimentar um produto, ou seja, quando podem ter uma relação direta com um produto, a probabilidade de se esquecerem dessa experiência diminui grandemente. Dito isto, é nossa convicção que o robô guia Nomad 200, poderá ser considerado uma boa aposta e estratégia de marketing.

Com a criação do robô guia, existe a necessidade de continuar a reunir esforços para que o mesmo não fique obsoleto e seja uma ferramenta de marketing atrativa (com atualizações de software e novas funcionalidades, a definir no capítulo “trabalhos futuros”).

4.1 Planeamento

O objetivo principal deste projeto passa por “converter” o atual Nomad 200 num robô guia social, para acompanhar os visitantes do IPEiria, nacionais e internacionais a que se resolveu chamar Mr. Go. O robô guia deverá ser autónomo e ter a capacidade de se deslocar sozinho até ao hall de entrada do edifício D da ESTG (escola do IPEiria) para receber os convidados e/ou alunos visitantes. Ao recebê-los, deverá interagir através da voz e fazer-se acompanhar pelos visitantes. Deverá fazer uma breve visita às salas acompanhada de apresentação vocal sobre a escola. Chegado ao laboratório de robótica, deverá projetar um vídeo sobre a escola. Como forma de interação usará a voz, luz nos olhos que mudará de cor consoante o contexto e luz na boca, de forma a permitir sorrir ou não, consoante o contexto.

Em termos de pesquisa, para o efeito foi consultada bibliografia, visualizados documentários, filmes e vídeos. Foi pesquisada informação disponível na internet de forma a ter um enquadramento do tema. Foi possível conhecer outros projetos realizados dentro do tema, novos produtos que foram lançados e quais as suas características e

funcionalidades. Foram anotadas as tendências e opiniões de utilizadores. Foram recolhidas informações sobre projetos que não chegaram a ser realizados. A pesquisa também serviu como aprendizagem de erros cometidos com outros projetos, e quais as soluções para os resolver.

Quanto aos recursos, foi feito um levantamento de possíveis locais, disponibilidade e recursos em termos de máquinas para a concretização do projeto. As disponibilidades dos recursos humanos também foram avaliadas. À semelhança de outros projetos realizados por alunos em espaço académico, existe uma preocupação em termos de custos. Foi estipulado um valor máximo a gastar, tendo como objetivo não exceder esse valor e gastar o mínimo valor possível, desde que essa restrição não comprometa de forma significativa requisitos importantes para a concretização do projeto.

Assim, nesta primeira etapa foram realizados alguns levantamentos a nível de alinhamento estratégico e de projeto. As decisões e pesquisas de recursos são ainda preliminares, mas foi possível começar o dossiê do projeto. Para dar por encerrada a fase do planeamento, recorreu-se à ficha de projeto identificada como Anexo 2, onde constam os campos considerados importantes nesta etapa. Na ficha de projeto foram ainda anotadas informações com relevância para o projeto como o título do projeto, as partes interessadas, a missão e descrição do problema, a importância e âmbito do projeto, os principais objetivos e alocação de recursos. Por último, mas também importante, foram estipulados prazos de início e fim de projeto.

4.2 Desenvolvimento do conceito

Dando início ao desenvolvimento do conceito, existe uma panóplia de informação que é necessário recolher e interpretar. Para a recolha de informações foram elaboradas entrevistas semiestruturadas e foi reunido um grupo focal, onde todos os processos, requisitos e as demais informações respeitantes ao projeto forem devidamente anotadas, diminuindo consideravelmente a probabilidade de esquecimento ou margem para dúvidas. Adicionalmente, para auxiliar as anotações dos requisitos de marketing, engenharia e requisitos de desempenho, foi elaborada uma ficha apresentada no Anexo 3. De forma a auxiliar a anotação dos constrangimentos ambientais, fabricação e sustentabilidade foi elaborada uma ficha apresentada no Anexo 4.

Para auxiliar a anotação dos requisitos e mais tarde a conversão dos requisitos do cliente em requisitos funcionais, foi necessário criar uma tabela, que pode ser consultada no Anexo 5.

4.2.1 Recolha de informações

Tratando-se de um produto que funcionará dentro da comunidade académica da ESTG, numa primeira instância existiu a necessidade de elaborar entrevistas semiestruturadas de âmbito informal. Estas entrevistas tiveram o duplo sentido de recolher informações válidas para satisfazer a voz do cliente (VOC) e serem usadas como apoio à criatividade. Como tal, os entrevistados foram selecionados com foco nestes dois requisitos. Dito isto, foram entrevistadas pessoas diretamente ligadas à ESTG e também fora da comunidade académica com o intuito ouvir necessidades e opiniões menos formatadas, ou seja, recolher opiniões mais abrangentes que por vezes poderão parecer mais absurdas, mas que poderão ter muita utilidade do ponto de vista criativo, ou servir como alavanca para algum pormenor em termos de projeto.

As entrevistas foram realizadas a 16 pessoas, sendo distribuídas da seguinte forma: 4 adultos alunos da ESTG; 2 adultos antigos alunos da ESTG; 2 adultos funcionários da ESTG; 4 adultos fora do âmbito académico; 2 adultos com idades superiores aos 65 anos fora do âmbito académico; 2 crianças com idades inferiores a 10 anos. Foi seguido como base de entrevista o guião apresentado como Anexo 6. No caso dos entrevistados menores, o vocabulário foi traduzido de forma a ser melhor interpretado pelas crianças.

Foi pedida permissão aos entrevistados maiores de idade para usar o material recolhido. No caso dos entrevistados de menor de idade, a conversa foi realizada na presença dos pais e por si autorizada. Para anotação e comparação dos resultados, foi realizada uma grelha, apresentada como Anexo 7.

Após apurados e analisados os resultados das entrevistas semiestruturadas, deu-se lugar a pesquisa aprofundada dentro dos temas sugeridos. Para ajudar a qualificar essas mesmas ideias e gerar novos campos de visão, existiu a necessidade de reunir um grupo de pessoas que conhecesse o local de funcionamento do futuro robô, a ESTG, o tipo de possíveis visitantes e, que características poderiam ser viáveis, no sentido de levar o projeto a bom porto. Foi então reunido um grupo focal.

Para o grupo focal, foi escolhido um grupo de trabalho de 9 pessoas com um interesse em comum: o estudo da Robótica e Engenharia Eletrotécnica e Computadores.

A moderadora foi a autora da presente dissertação que pôde contar com a presença de 2 alunos e 6 professores. A sala escolhida para a discussão foi o laboratório de robótica na ESTG, de forma aos participantes se sentirem descontraídos e familiarizados por ser um local de estudo usado por eles. A reunião realizou-se em volta de mesa retangular de forma aos participantes se verem uns aos outros sem dificuldade e facilitar a conversa e troca de ideias.

A folha para marcação de presenças (Anexo 8) foi preenchida pelos intervenientes e foi pedida autorização para tomar notas, fazer gravação de voz e usar as informações recolhidas. A conversa foi iniciada pela moderadora que seguiu o guião antecipadamente elaborado (Anexo 9). A sessão teve uma duração de cerca de uma hora e trinta minutos. A conversa foi descontraída, amigável e resultou em informações de carater valioso para o projeto. Foram apuradas sugestões e novas ideias e possibilidades de pesquisa. Foram reunidas informações de carater informativo, qualitativo e quantitativo num curto espaço de tempo e de fontes fiáveis.

4.2.2 Análise de dados recolhidos

Como resultado das entrevistas semiestruturadas realizadas à amostra de 16 pessoas, foi possível obter as respostas inscritas na (Tabela 2), tendo em conta que para cada pergunta, existiram uma ou mais respostas por parte da mesma pessoa.

Tabela 2 - Resultado das entrevistas semiestruturadas realizadas.

N.º da pergunta	Respostas (sumantizadas)	Quantidade de respostas
1)	Concordo	16
2)	Movimentar Falar Sorrir Brincar Apresentar laboratório	12 15 5 1 8
3)	Corpo que transmita empatia Design cultural Parecido com o rato Mickey (disney)	12 4 1
4)	Nome curto Nome associado ao IPL Mickey Não sei	3 5 1 7

Como pode ser verificado, para a pergunta n.º 1 (Qual a sua opinião sobre a existência de um robô guia para receber os visitantes no edifício D): todos os entrevistados responderam que concordavam. Para a pergunta n.º 2 (Qual ou quais a função gostaria que o robô realizasse?), a maioria (15 pessoas) responderam que gostariam que o robô falasse, 12 pessoas responderam que gostariam que o robô se movimentasse, 8 pessoas gostariam de ver o robô a apresentar o laboratório de robótica, 5 pessoas acharam importante que o robô sorrisse e uma pessoa gostaria que o robô tivesse a funcionalidade de brincar. Para a pergunta n.º 3 (Sugere algum tipo de *design* específico), 12 pessoas entendem ser importante que o corpo transmita empatia para com o utilizador e visitantes, 4 pessoas gostariam que o desenho do robô tivesse referência cultural, e 1 entrevistado gostaria que o robô fosse parecido ao rato Mickey. Relativamente à pergunta n.º 4 (Sugestão de nome), 7 pessoas responderam “não sei”, 5 pessoas sugeriram que o nome estivesse associado ao IPLeiria, 3 pessoas manifestaram interesse por nomes curtos, e 1 pessoa gostaria que o robô se chamasse rato Mickey.

Relativamente ao grupo focal realizado com 9 pessoas, foram apuradas as seguintes sugestões, inscritas na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados do grupo focal realizado.

Ref. ^a da pergunta	Sugestões	Quantidade de sugestões
a)	Concordo	9
b)	Apresentar laboratório de robótica (para dar a conhecer) Apresentar o edifício D (para dar a conhecer) Projetar vídeos institucionais (marketing)	9 6 2
c)	IPL Alunos Funcionários Visitantes	5 4 1 9
d)	Corpo que transmita empatia Design associado à cidade de Leiria Design associado ao IPL Referência a personagens culturais	2 1 4 2
e)	Nome curto Nome associado ao IPL Sem opinião	6 3 2

Quanto à pergunta referência a), (Opinião sobre ter um robô guia no edifício) todos os elementos estiveram de sintonia e concordaram. Para a pergunta referência b) (Que funções o robô poderia desempenhar e com que utilidade), os 9 elementos foram da opinião que faz sentido o robô apresentar o laboratório de robótica, e 6 elementos concordaram que também faz sentido apresentar o restante edifício onde está inserido o laboratório, uma vez que poderá ser interessante para os visitantes e novos alunos conhecerem as salas, restante edifício e as suas vertentes. Dois elementos consideraram importante para o marketing do IPLeiria, o robô projetar vídeos institucionais. Para a pergunta referencia c) (Quem é beneficiado com a presença do robô), 9 elementos consideraram que os visitantes serão os maiores beneficiados não só pela experiência de conviver com um robô, mas também pela aprendizagem transmitida pelas explicações do robô guia. 5 elementos referiram que o IPLeiria também sairá beneficiado por parte da publicidade proveniente deste acontecimento e 4 elementos consideraram que os alunos também são beneficiados e 1 elemento considerou que os funcionários também terão interesse em ter um robô guia para ajudar na tarefa de receber os visitantes. Relativamente à pergunta referência d) (sugestão de design), 4 elementos do grupo focal sugeriu que o design do robô fizesse referência ao IPLeiria, 2 elementos entenderam que o corpo deverá transmitir empatia e que poderá fazer referência a personagens de referência como por

exemplo o homem de lata do filme “o feiticeiro de Oz” por ser uma personagem descontraída, reconhecida por muita gente, e associada a um filme americano que criou empatia com muita gente. Um elemento sugeriu que o design do robô de certa forma fizesse referência à cidade de Leiria e à cultura que transmite. E por fim, para a referência e) (sugestão de nome), 6 elementos estiveram em concordância e sugeriram que o nome do robô fosse curto para ser mais fácil de lembrar e rápido de pronunciar. 3 elementos sugeriram que o nome estivesse associado ao IPLeia para em termos de pesquisa de internet e/ou redes sociais (em caso disso), ao ser lido o nome, ser facilmente associado ao IPLeia. 2 elementos não manifestaram a sua opinião.

4.3 Anteprojeto

Nesta fase, os requisitos adquiridos ao longo do projeto são reunidos e testados e no respeitante a geração de conceitos, foi usada a teoria axiomática (AD), enquanto que para a matriz de seleção de conceitos foi realizado o desdobramento da casa da qualidade (QFD) em coerência com a metodologia híbrida referida no capítulo 3.

Teste e validação

A experiência resultante da interação entre o *designer* e o produto a desenvolver é um fator diferenciador em relação ao projeto e tomada de decisões [30]. Como refere B. Lawson (1980), o *design* é uma competência complexa e sofisticada [75].

Dito isto, existiu a necessidade de se imaginar a interação com o robô guia para confirmação dos requisitos do cliente. Como tal, como pequeno teste, foram elaborados quatro guiões apresentados como Anexo 10. Os textos dos referidos guiões começam quando o robô é ligado no laboratório de robótica, local onde interage pela primeira vez. Seguidamente foi idealizado que o robô faz o trajeto até ao hall de entrada para receber os convidados. O guião seguinte é referente ao robô a acompanhar os visitantes até ao laboratório de robótica e, por fim, o robô a projetar um filme e a interagir com os visitantes e restantes presentes na sala de robótica. Os guiões envolvem modos de interação humano-robô como o diálogo, o piscar de olho e o sorriso. É de salientar que os nomes escritos no guião são meramente ilustrativos sendo de caráter fictício.

Para escrever os guiões, foi necessário entrar um pouco no mundo do teatro adaptado à nossa realidade de trabalho. Assim sendo, uma peça de teatro é composta por atos e cenas. O ato é marcado pela mudança de ambiente e a cena consiste na entrada

ou saída dos personagens. Neste caso o ator será o robô que irá interagir com o seu público de forma muito contida, uma vez que esse não é objetivo deste trabalho. O cenário é o espaço físico do Bloco D: Os corredores e o laboratório de robótica.

Para ajudar na escrita do guião, foram pesquisados alguns programas de criação de textos focados em teatro e/ou curtas metragens. Destes os que se consideram de acesso mais simples e com a vantagem de serem gratuitos foram o LibreOffice que é um pacote que, para além de outros programas importantes para esta finalidade, também inclui um processador de texto [78]. O software Celtx disponibiliza uma versão experimental gratuita por 15 dias [79] e, também tem características interessantes como maior profundidade nos detalhes das personagens o que para este caso não tem importância. Em termos de extensões para gravar o trabalho, é mais limitado do que o Trelby, que é um software também muito usado na criação de guiões [80] e de fácil manuseamento. Basta abrir a aplicação e começar a digitar, facilmente alterando entre os estilos Cena, Ação, Personagem e Diálogo apenas utilizando um «TAB». É de código aberto, gera relatórios script e faz importações e exportações do projeto final em arquivos Fdx para uma versão mais industrial ou txt, numa versão mais amadora. Para gravar a obra, tem diversos formatos à escolha, como o HTML, RTF e PDF. Os guiões foram escritos neste software uma vez que foi o que mais se destacou pela sua simplicidade e facilidade de utilização versus o resultado final.

Como resultado da elaboração dos guiões e convivência imaginária com o robô e, na tentativa de promover a positiva interação Humano-robô e vice-versa, foram recolhidas as necessidades abaixo descritas (Tabela 4).

Tabela 4 - Necessidades apuradas com a criação dos guiões.

Necessidades
Receção de visitas
Movimentar de um lado para o outro
Desviar de obstáculos
Ligar e desligar robô
Humor
Sorrir ao ser tocado
Piscar o olho
Diálogo
Pescoço com movimento
Monólogo quando se cruza com alguém
Corpo que transmita empatia

4.3.1 Projeto axiomático

Após os elementos recolhidos através da entrevista semiestruturadas, do grupo focal e da elaboração dos guiões, foi possível dar como satisfeita a voz do cliente (VOC). As informações apuradas foram estudadas, pesquisadas e exploradas de forma a perceber qual a solução para cada requisito. Na Tabela 5, estão registados os requisitos da VOC, assim como, numa primeira instância, as soluções encontradas para satisfazer esses requisitos.

Tabela 5 - Voz do cliente e respectivas soluções encontradas, em fase inicial.

O quê? (VOC)	Como? (soluções)
Receção de visitas	Robô guia
Movimentar / andar	Rodas
Falar 2 línguas	Colunas / Sintetizador de fala
Sorriso	Luzes LED
Corpo que transmita empatia	Cor, material, formas
Design cultural	Desenho do corpo, decoração
Projetar vídeos institucionais	Projektor
Desviar de obstáculos	Sensores
Ligar e desligar robô	Botão
Sorrir ao ser tocado	Luzes LED / sensores
Piscar olho	Luzes LED
Diálogo	Software
Pescoço com movimento	Servo motor
Monólogo quando se cruza com movimento	Sensor / Colunas / Sintetizador de fala

Com o auxílio da tabela apresentada, foi possível perceber quais os requisitos do cliente (RC), ou seja: “o quê?” a serem atendidos com os Requisitos Funcionais (RFs), ou seja, “como?” satisfazer esses requisitos. Assim sendo, e uma vez que é um trabalho contínuo, os requisitos continuaram a ser estudados, aprofundados, percebidos e pesquisados para encontrar as melhores soluções.

Assim, após encontrados os RFs, foi realizado o mapeamento para corresponder com os RPs e desta forma também os ordenar e agrupar. Assim sendo, temos que:

RF1: Voz, é atendido com RP1: Interface
RF2: Acompanhamento, é atendido com RP2: Componentes
RF3: Corpo, é atendido com RP3: Interação humano-robô
RF4: Personalidade, é atendido com RP4: Forma orgânica
RF5: Ativar/desativar, é atendido com RP5: Software / hardware
RF6: Material, é atendido com RP6: Condicionantes do projeto

É de destacar que durante o processo de decomposição, existiu a preocupação de procurar soluções viáveis de acordo com os meios disponíveis ao alcance projeto, englobando os recursos disponíveis nos laboratórios do IPLeiria. Neste sentido, a decomposição dos RF1, RF2, RF3, RF4, RF5 e, RF6 do primeiro nível, considerando as restrições descritas anteriormente, atendem aos seguintes RFs de segundo nível:

RF1: Voz (Requisito de 1.º nível)

RF11: Bilingue (português e Inglês). Foi considerado importante que o robô falasse a língua Portuguesa e uma língua estrangeira de grande alcance mundial, para receber visitantes estrangeiros.

RF12: Diálogo

RF13: Monólogo, quando se cruza com alguém no seu trajeto, de forma a criar empatia.

RF2: Acompanhamento (Requisito de 1.º nível)

RF21: Indicar com o corpo, em substituição dos braços. (aquando do seu trajeto e quando queira mostrar onde são as salas, por exemplo.)

RF22: Desviar de obstáculos

RF23: Projetar vídeo institucional

RF3: Corpo (Requisito de 1.º nível)

RF31: Não parecido ao Homem. Com base na pesquisa de robôs existentes no mercado, entende-se que é criada maior empatia se o corpo não for parecido ao corpo do Homem.

RF32: Transmita empatia

RF33: Ligação cultural em termos de design ou decoração do corpo do robô

RF4: Personalidade (Requisito de 1.º nível)

RF41: Humor

RF42: Sorrir quando fala

RF43: Sorrir ao ser tocado

RF43: Piscar o olho

RF5: Ativar/desativar (Requisito de 1.º nível)

RF51: Através do computador

RF52: Através do telemóvel

RF53: Botão de emergência no corpo para desligar em caso de emergência.

RF6: Material (Requisito de 1.º nível)

RF61: Resistente

RF62: Baixo custo

RF63: Amigo do ambiente

Recorrendo ao método de zig-zag, estes requisitos são atendidos pelos seguintes RPs:

RP1: Interface (Requisito de 1.º nível)

RP11: Tradutor

RP12: Sintetizador de fala

RP13: Reconhecimento de fala

RP2: Componentes (Requisito de 1.º nível)

RP21: Movimento da torreta (já existente no Nomad 200)

RP22: Sensores ultrassom

RP23: Sensores infravermelhos

RP24: Projetor

RP3: Interação humano-robô (Requisito de 1.º nível)

RP31: Não androide

RP32: Formas orgânicas

RP33: IPLeiria

RP34: Cidade Leiria

RP4: Formas orgânicas (Requisito de 1.º nível)

RP41: Sintetizador de fala

RP42: LED

RP5: Software / Hardware (Requisito de 1.º nível)

RP51: Página web

RP52: Aplicação móvel

RP53: Botão emergência no corpo

RP6: Condicionantes do projeto (Requisito de 1.º nível)

RP61: Material resistente

RP62: Baixo custo

RP63: Material reciclado

As correspondências foram apresentadas por extenso para uma melhor leitura na presente dissertação, pelo facto de existirem muitos requisitos a serem considerados. Porém, na Figura 29, é apresentado o processo de zig-zag, para melhor compreensão do esquema de funcionamento do processo.

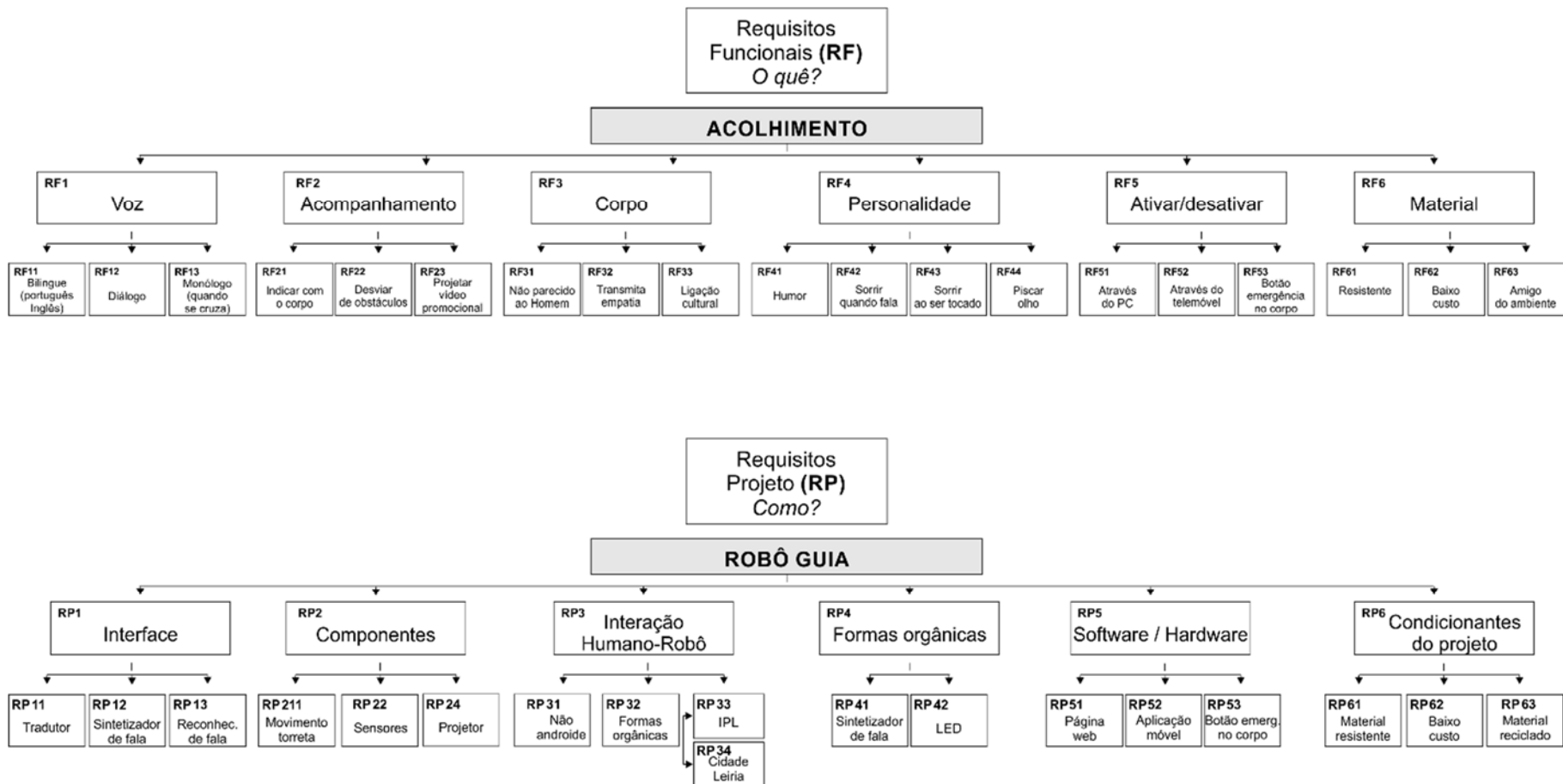


Figura 29 - Processo de zig-zag entre os requisitos funcionais (RF) e os requisitos de processo (RP).

Feito o zig-zag, os resultados apurados foram transportados de forma a fazer o desdobramento da casa da qualidade.

4.3.2 Desdobramento da Casa da Qualidade

Os resultados obtidos na secção anterior, foram aplicados no desdobramento da casa da qualidade para um melhor entendimento e na procura da melhor solução para o protótipo para o corpo do robô guia. Para tal e, como pode ser visualizado na figura 32, foram utilizados os requisitos funcionais (RF) e os requisitos de projeto (RP) encontrados através da ferramenta de projeto axiomático.

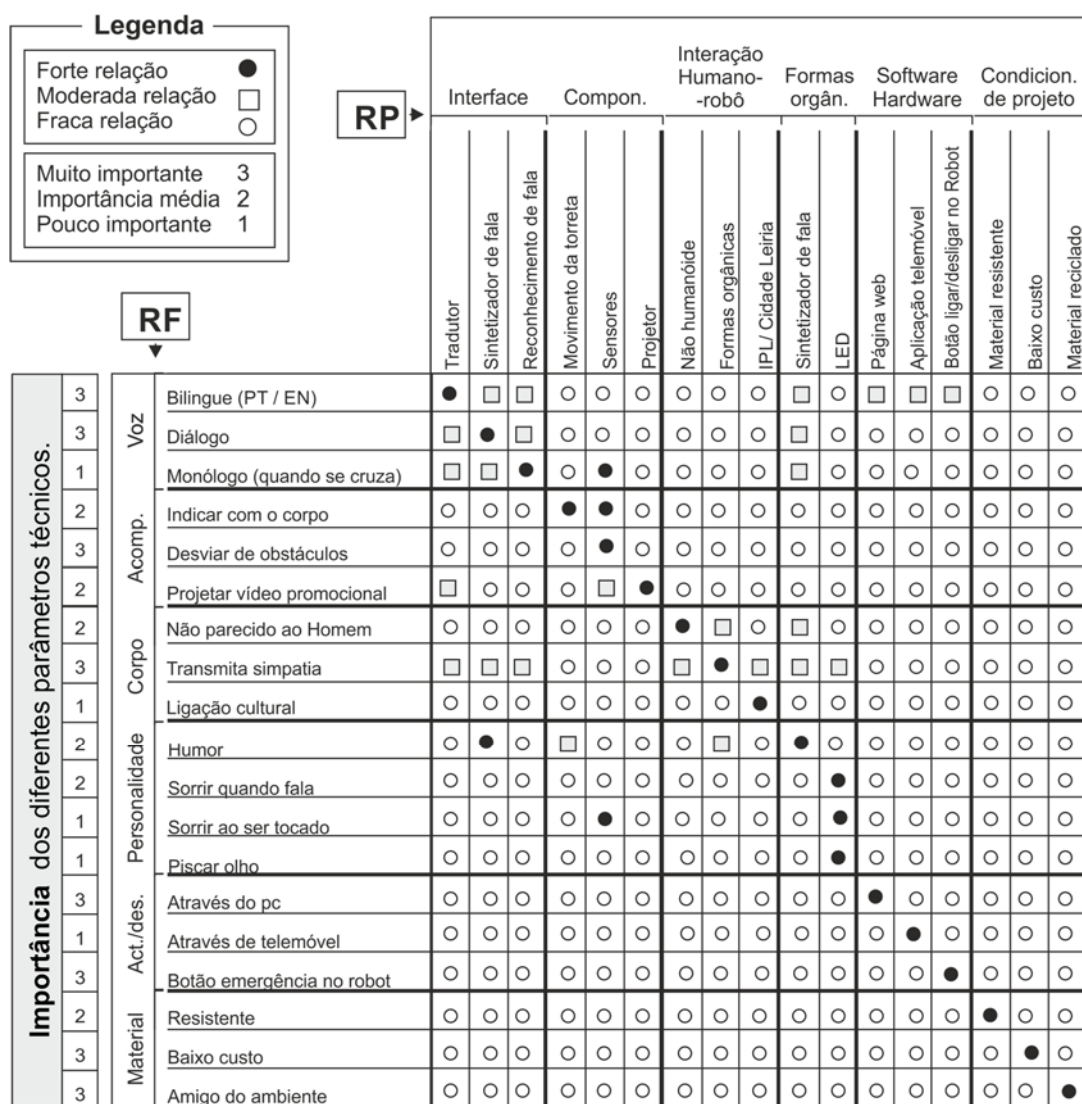


Figura 30 - Elaboração do desdobramento da casa da qualidade.

No diagrama da casa da qualidade (Figura 30), foram atribuídas relações entre os requisitos funcionais e os requisitos de projeto, em que o símbolo redondo a preto significa

que existe uma forte relação, o símbolo quadrado significa moderada relação e por sua vez, o símbolo redondo a branco, significa que a relação entre o requisito funcional e o requisito de projeto é fraca. Aos requisitos, aqui chamados parâmetros técnicos, foram atribuídas também prioridades consoante o grau de importância para o produto final. Aqui, o “muito importante” é classificado com o número 3, a “importância média” é classificada com o número 2, e por fim, “pouco importante” é classificado com o número 1.

Após as relações e as prioridades estarem satisfeitas, foi realizada a avaliação aos produtos concorrentes e soluções apresentadas (Figura 31), com o duplo sentido de perceber quais as características mais atrativas para o “cliente” em questão e, em simultâneo perceber o existente no mercado.

		Avaliação aos produtos concorrentes e soluções apresentadas							
		Pepper	Zenbo	LG aeroporto	Keylo	Solução 1	Solução 2		
Importância dos diferentes parâmetros técnicos.		Voz	Bilingue (PT / EN)	3	3	3	3	3	3
			Diálogo	3	3	3	3	3	3
			Monólogo (quando se cruza)	--	--	--	--	3	3
		Acomp.	Indicar com o corpo	3	3	3	2	1	1
			Desviar de obstáculos	3	3	3	3	1	1
			Projetar vídeo promocional	1	1	1	3	3	3
		Corpo	Não parecido ao Homem	1	3	3	3	3	3
			Transmita simpatia	3	3	3	2	2	2
			Ligação cultural	1	1	1	1	1	2
		Personalidade	Humor	2	2	2	2	2	2
			Sorrir quando fala	1	3	3	2	2	2
			Sorrir ao ser tocado	1	1	1	1	1	1
			Piscar olho	1	--	--	2	2	2
		Act./des.	Através do pc	3	3	3	3	3	3
			Através de telemóvel	3	3	--	--	3	3
			Botão emergência no robot	--	--	--	--	3	3
		Material	Resistente	3	3	3	3	3	3
			Baixo custo	1	1	1	1	1	3
			Amigo do ambiente	1	1	1	1	1	2
		Total		34	37	34	35	41	45

Figura 31 - Avaliação aos produtos concorrentes e soluções apresentadas.

Foi feita uma seleção de produtos concorrentes, apresentados os que mais se assemelham à solução deste projeto e, avaliados os RFs já anteriormente registados. Foi feita a classificação da avaliação aos produtos concorrentes, assim como duas soluções apresentadas. Assim sendo, os RFs foram classificados da seguinte forma: “cumpre muito” com o número 3, “cumpre” foi classificado com o número 2, e por fim, “não cumpre” foi classificado com o número 1. O item “sem informação” também foi tido em conta, para os casos de não existir informação disponível sobre esse RF.

Pode verificar-se que dois dos RFs classificados como prioritários (“baixo custo” e “amigo do ambiente”), tiveram a classificação “não cumpre” por parte de todos os produtos exceto na solução 2. Feito o somatório (alínea total) das classificações, a solução com maior pontuação, foi estudada, desenvolvida e melhorada, na fase de design e detalhe.

4.4 Design e detalhe

Segundo a teoria axiomática, é nesta fase em que será feita a correspondência prática entre os requisitos do projeto (RP) e os requisitos do processo (VP). Esta fase não se resume somente ao desenho do produto e, à escolha de materiais e componentes, é todo um processo coerente, e por vezes invisível aos olhos do cliente, que conduz à melhor solução.

4.4.1 Escolha do nome

Neste projeto, a escolha do nome é importante para haver uma ligação mais profunda com o robô, por parte do utilizador final. É importante reforçar a interação humano-robô. A escolha de um nome, atribui personalidade ao robô e ajuda a que os utilizadores, mesmo que inconscientemente, esqueçam o objeto e vejam “algo” ou “alguém” com quem possam sentir empatia. A escolha do nome, é um requisito não imposto pelo cliente, mas que satisfaz o RP (requisito de projeto “interação humano-robô”).

Por uma questão de uso e marketing, é pretendido que o nome do robô seja fácil de decorar, fácil de associar à sua função e fácil de associar à ESTG. Aquando da recolha de dados e realização do grupo focal, alguns elementos sugeriram que o nome do robô tivesse como referência a cidade de Leiria por ser o local da sede e onde está implementada a instituição em questão. Existiu também quem sugerisse que o nome fosse curto e de fácil associação.

Com base nessas sugestões, foram realizadas diversas pesquisas tanto a nível de nomes, como a nível cultural sobre a cidade de Leiria e sobre a ESTG. Os nomes surgidos não satisfaziam os requisitos porque, para utilizar as iniciais da ESTG fundidas com outras letras de “robô guia”, os nomes eram extensos e quando postos à prova com outras pessoas, foi confirmado que não funcionavam, como foi o caso de “LisESTGuia”. Na pesquisa por um nome curto, foi decidido seguir o caminho dos acrónimos, à semelhança de outros robôs muito populares.

A pesquisa serviu como alavanca para encontrar o nome para encaixar no perfil pretendido: **Mr. Go**. A letra “G” teve origem das iniciais da ESTG e também da palavra **Guia** que é a função que está a ser criada para o robô. A letra “o” por ser a segunda letra de “robô”. Aqui foi conseguido duplo sentido, uma vez que em inglês, “go” pertence ao verbo “ir” o que invoca a função do robô guia. Foi-lhe juntado “Mr.” como forma de dar ênfase ao nome entendendo-se que as duas palavras juntas soam melhor, tanto para utilizadores portugueses, como para utilizadores estrangeiros. O nome Mr. Go deverá ser escrito com a primeira letra em maiúscula porque, à semelhança de outros países, é regra da Língua Portuguesa para os nomes próprios

É de referir que, no presente trabalho, o robô Nomad 200 continuará a ser tratado por este nome quando se trata do robô (propriamente dito) sem o respetivo protótipo para o corpo que está a ser alvo de desenvolvimento com este projeto. Mr. Go será o nome usado quando apresentado num todo, ou seja, quando apresentado o conjunto do Nomad 200 com o respetivo protótipo para o corpo.

4.4.2 Desenho e forma orgânica (RP3 e RP4)

São imensas as vezes que o *designer* primeiramente pensa na forma e só depois lhe associa um nome. Não é regra o que se “cria” primeiro ou depois. De uma forma geral, o processo de criatividade está interligado ao subconsciente e desperta com algo que se visualize, pense ou sinta e que faz com que o criativo pense num elemento e depois no outro. Na maioria dos casos, a prioridade com que as ideias surgem não é premeditada.

Após selecionada a solução na fase anterior, foram realizadas pesquisas e alguns esboços em papel como alavanca do processo criativo. O objetivo passou pelo melhoramento das soluções anteriores e na procura do *design* que melhor satisfizesse os requisitos impostos pelo cliente, tendo em conta a lista de prioridades e tentando satisfazer cada um deles da melhor forma possível.

Após a realização dos rascunhos em papel foi encontrada a melhor solução. Para uma melhor percepção do desenho, pormenores, componentes e respetivas medidas, existiu a necessidade de concretizar o desenho em 3D do Mr. Go (Figura 32).

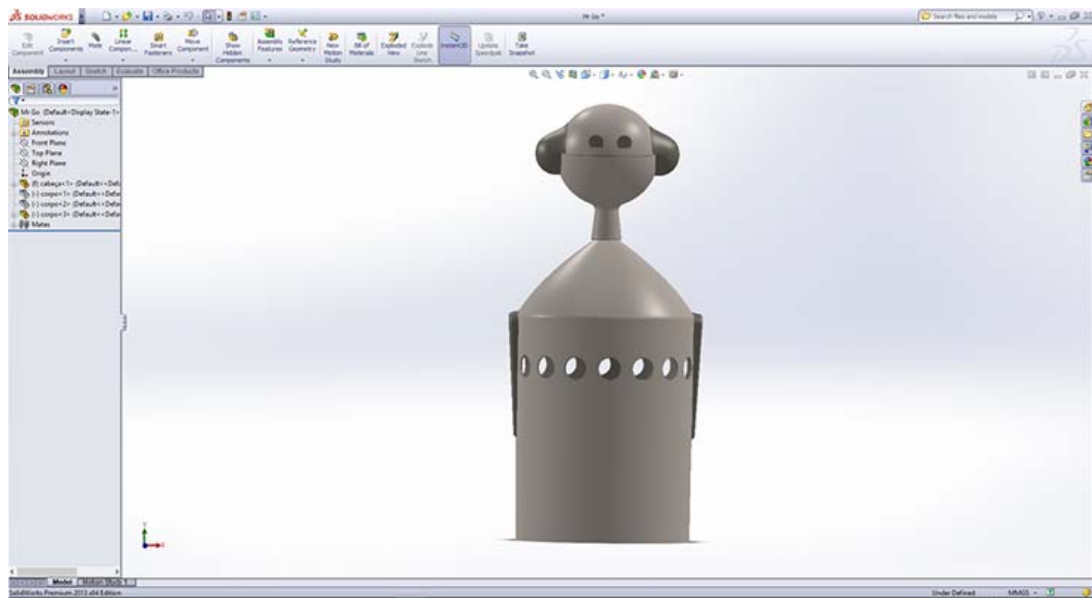


Figura 32 – Desenho 3D do Mr. Go em ambiente do software Solidworks.

O desenho em 3D e o respetivo desenho técnico foram realizados no software Solidworks. Na elaboração do desenho, existiu a necessidade de ser o mais realista possível para evitar falhas na realização do protótipo. Foram revistos todos os requisitos estudados e anotados anteriormente e que influenciam o corpo do robô e colocados em prática.

Tendo em conta as características físicas do robô Nomad 200, podem ser observadas (Figura 32, Figura 33) as soluções encontradas e refletidas no corpo do Mr. Go.

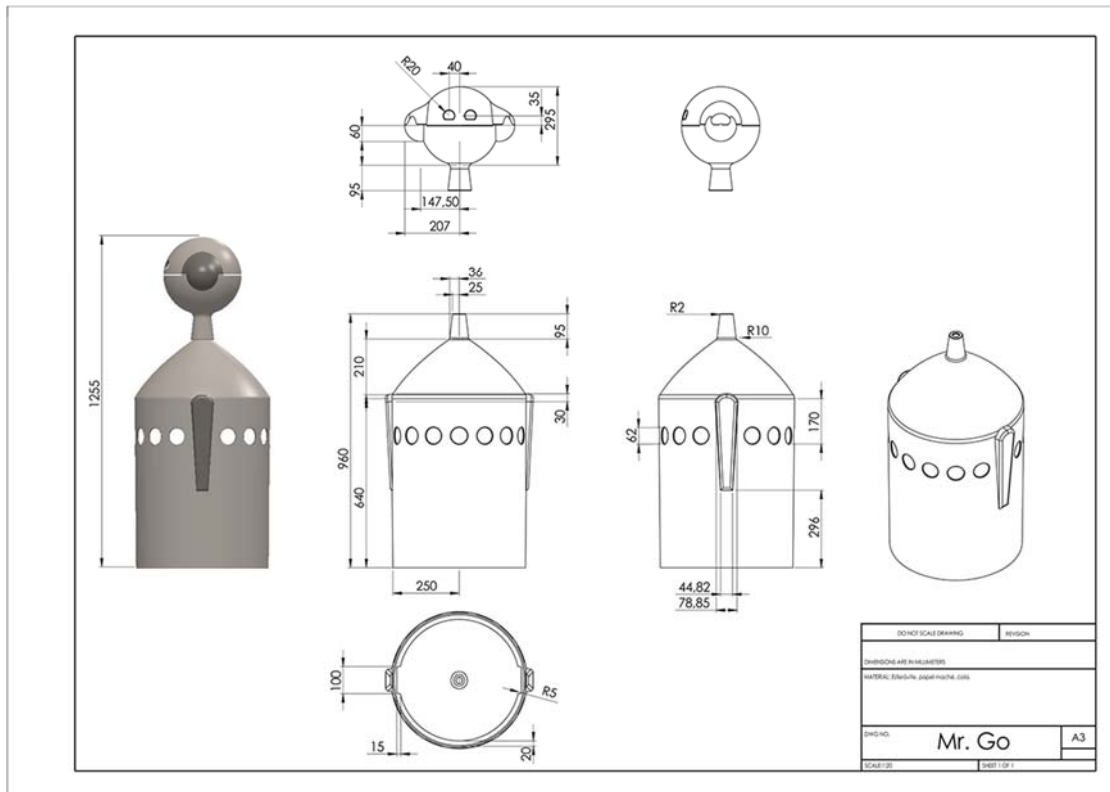


Figura 33 - Desenho técnico correspondente ao Mr. Go, realizado com o software Solidworks.

Na Tabela 6, pode ser observada a tabela justificativa de algumas decisões que afetaram o Mr. Go mediante a estrutura apresentada pelo Nomad 200.

Tabela 6 - Tabela justificativa de decisões relativas ao corpo do Mr. Go.

Geral	
Altura Corpo e cabeça separados	Semelhança com a altura do Homem, de forma a promover empatia. Proporcionam a movimentação da cabeça e do corpo em separado. O corpo fica mais leve quando é necessário retirar para aceder ao nomad 200.
Cabeça	
Duas parte encaixadas Boca extensa Olhos Furos nas orelhas	Facilita o acesso ao seu interior. Sorriso grande e/ou sorriso curto. Design sugestivo do restante corpo. Futura colocação de microfone.
Corpo	
Braços Furos em volta do corpo Anilha interior	Facilitam a retirada do corpo. Sensores. Suporte com encaixe no Nomad para facilitar a movimentação do corpo.

Uma vez que se trata de um robô guia, e também com a condicionante da altura do Nomad 200, foi decidido dar-lhe altura idêntica à do Homem para facilitar a interação

Humano-robô. É de senso comum que é mais confortável olhar para algo que está à altura do Homem, do que olhar para cima ou para baixo. Foi feita a cabeça em separado do corpo para de futuro tornar possível o robô movimentar a cabeça independente do corpo. Uma vez que é necessário retirar o corpo do Mr Go para aceder ao Nomad 200, o facto de existir a possibilidade de retirar a cabeça em separado é considerada uma mais valia, também por questões de peso.

Em trabalhos futuros, pode ser necessário colocar componentes dentro da cabeça. A antecipar essa necessidade, a cabeça foi feita oca por dentro e é composta por duas metades encaixadas uma na outra. Para corresponder ao requisito “sorriso”, foi aproveitado o encaixe da cabeça para, em trabalhos futuros, existir a possibilidade de colocar LEDs de forma a rasgar mais ou menos o sorriso consoante o contexto. Os olhos mantêm a forma arredondada de acordo com o corpo e foi optado por colocar vidro fosco para deixar passar a luz dos olhos e, ao mesmo tempo não ser permitido ver com clareza o que se passa dentro da cabeça. Foram ainda feitos uns pequenos furos nas orelhas do Mr. Go para num trabalho futuro, facilitar a saída e entrada de som. Os braços facilitam a retirada e colocação do corpo do Mr. Go no Nomad 200. Para corresponder ao requisito “indicar com corpo”, correspondido por “movimento da torreta”, decidiu-se criar um anel interior em redor do corpo, para encaixar nas pegas do Nomad 200. Assim, quando a torreta mover, o corpo acompanha esse movimento.

4.4.3 Condicionantes (RP6)

Sendo o papel maché e a papietagem técnicas muito idênticas em termos de custo, mão de obra, materiais, resistência, impacto ambiental e resultado final, existiu a necessidade de testar ambas as técnicas para ajudar na tomada de decisão.

Papel maché

Como primeira experiência, foi feito uma massa em papel maché. O papel de jornal foi rasgado (para não quebrar a fibra) em pequenos pedaços que foram colocados na água para amolecer, durante 4 horas. Findo este prazo, o papel foi escorrido e triturado para ficar em grão e solto, conforme Figura 34 (esq.)

De seguida, foi-lhe juntada a cola e, como antifúngico, foi usado o vinagre. Os ingredientes foram misturados adquirindo assim uma massa quase homogênea. Foram feitas algumas aplicações para experimentar o material (Figura 34 (dir.))



Figura 34 - Papel de jornal moído para processo de confecção de papel maché (esq.). Experiências efetuadas com papel maché (dir.).

Em simultâneo também, a base de suporte para aplicação do papel maché foi testada.

Ponto 1) - A massa foi aplicada num rolo de papel de forma a testar a sua capacidade como molde. Foi observado que o rolo de papel ficou molhado e perdeu a forma.

Ponto 2) – O suporte de plástico foi revestido com fita cola de pintor (usualmente chamada de fita de seda) para testar a sua aderência ao plástico e suporte para o papel maché. Foi observado que o plástico do molde suportou bem a massa e a fita cola de pintor. A fita cola de pintor, por sua vez suportou com eficácia a massa. O tempo de secagem para um suporte pequeno (cerca de 9 centímetros) durou cerca de 7 dias, o que originou que o cheiro também se alterasse.

Ponto 3) – O papel maché não aderiu ao plástico com eficácia. A duração de secagem também foram 7 dias e o cheiro também foi alterado consoante os dias passaram.

Cola: Foi usada uma cola branca à base de uma dispersão aquosa de PVA (acetato de polivinilo), especialmente indicada para trabalhos em madeiras, de forma a adquirir textura, melhor qualidade e boa plasticidade. A esta cola foi adicionada outra dose de quantidade igual de cola branca de fabrico caseiro que seguindo alguns vídeos e receitas experimentadas para papel maché e papietagem, foi confeciona à base de água fervente misturada com farinha de trigo e uma pequena dose de fungicida. Com a junção destas duas colas, foram satisfeitos o requisito ambiental e o requisito do custo, não minimizando a função da cola.

Fungicida: É usado para evitar a produção de bactérias e fungos, e poderá ser usado vinagre, formol, lisofórmio ou lixívia como é usado em algumas escolas por ser um componente acessível e de fácil emprego.

Resultado: O processo de fabrico da pasta apresentou-se mais complexo na prática do que demonstrava ser na teoria. Para obter um melhor granulado, houve a necessidade de picar o papel numa máquina de uso culinário. Como o papel é muito denso, para não danificar o motor da máquina, o papel tinha de ser picado em pequenas quantidades de cada vez. A massa apresentava-se pouco homogénea para o resultado pretendido. A secagem da massa é um processo demorado, adquirindo cheiro de humidade com o passar dos dias. O peso que a massa adquire ao longo do processo também é uma desvantagem para o trabalho em questão, porque feitos os cálculos o protótipo iria ficar muito pesado o que complicava o seu manuseio aquando da necessidade de retirar o corpo do Mr. Go para aceder ao robô Nomad 200.

Papietagem

Após as experiências com papel maché, a aprendizagem foi aplicada à técnica da papietagem. Foram usadas tiras de papel de jornais usados, rasgadas à mão. Foi feita a experiência num suporte de plástico revestido com a fita cola de pintor. À semelhança do papel maché, a cola usada foi cola branca PVA (Anexo 10) e outra dose igual de cola de fabrico caseiro. Foi aplicada uma camada de cola seguida de uma camada de jornal e assim sucessivamente. O tempo de secagem foi muito rápido podendo ser constatado, que poderão ser aplicadas quantas camadas forem necessárias de forma a adquirir maior rigidez no projeto, satisfazendo assim mais requisitos do projeto do que o processo anteriormente testado.

Resultado: Com esta técnica, os requisitos de leveza, baixo custo e de minimização de impacto ambiental ficam atendidos. Também foi tido em conta o tempo de projeto poupado, sendo que a técnica é mais fácil de aplicar e a secagem é muito mais rápida do que a do papel maché. O aspeto final, também é mais satisfatório, tendo um acabamento mais uniforme.

Para a diminuição do impacto ambiental e, de forma a corresponder ao RF6 a resina PVA (cola PVA) utilizada para a técnica de papietagem, foi diluída por medidas iguais, numa mistura de cola caseira feita à base de farinha de trigo e um pouco de vinagre para

prevenir fungos e bactérias. Ou seja, cada litro de cola PVA foi diluída num litro de cola de fabrico caseiro.

4.4.4 Conceito para escolha das cores

A cor é muito mais do que um meio técnico e mais do que um fenómeno ótico. Para o estudo da escolha da cor, é necessário entrar na psicologia das cores, é necessário perceber que informação será transmitida ao recetor através da cor escolhida e, em contrapartida, se é essa a informação a que se pretende passar ao recetor [81].

Ao contrário do que se possa pensar, as cores não têm significado direto, o contexto no qual a cor é inserida é que influencia o que o recetor (neste caso será o utilizador do robô) poderá interpretar. Esse contexto irá determinar se a cor é agradável ou desagradável para a aplicação em questão e se despertará sentimentos positivos ou negativos. É um facto que a mesma cor aplicada a uma peça de vestuário e/ou a um objeto decorativo ou a uma pintura artística, poderá ser valorizada de forma diferente [81].

Pode ser dado, a título de exemplo, o cor-de-laranja, que está relacionado com o castanho, mas que produz sensações opostas. A cor de laranja pode ser entendida como vitalidade, alegria e equilíbrio, enquanto a cor castanha, pode ser entendida como disciplina, regras e uniformidade e, é associado à “terra”. Mas, sendo a cor cinzenta a cor escolhida para este projeto, foi alvo de estudo mais pormenorizado a fim de escolher o tom, consoante os sentimentos a transmitir.

A cor cinzenta é uma mistura da cor branca com a cor preta, mas é interpretado de forma diferente do branco e do preto. A cor cinzenta, pode ser interpretada como maturidade devido à sua comparação com os cabelos grisalhos, mas também simboliza tristeza e neutralidade por estar entre o preto e o branco. Não é assumida como cor branca, nem assumida como cor preta, quer passar despercebida, como Eva Heller (2000) refere na bibliografia, “é alguém com algum poder secreto e rodeado de aura de secretismo”, é alguém que age na sombra, mas de forma delicada e poderosa. Através dessa neutralidade, é identificada como transmissora de sentimentos como a solidez, compostura e estabilidade. No mundo animal, o cinzento é o ideal para a camuflagem, sendo que muitos animais são cinzentos. Pode ser relacionada com a frieza e tristeza por ser inconscientemente associada aos dias chuvosos, frios, tristes e cinzentos, sem sol, calor e alegria. O cinzento também pode ser recebido como uma cor insensível e sem sentimento. Na procura do sentimento mais adequado, existem a possibilidade de adaptar ou manipular

as cores: À cor cinzenta, poderá ser juntado mais preto ou mais branco, se quisermos mais clareza ou escuridão. Ou até fazer uma combinação cinza-azulada para captar sentimentos de harmonia, confiança e satisfação [81].

Existem muitas outras tonalidades de cinzento de forma a ser recebido com menos “frieza” sem lhe retirar o secretismo, inteligência, neutralidade, estabilidade, confiança, eficiência, responsabilidade e a maturidade.

4.5 Validação do produto

Esta é a fase em que o produto é aprovado para produção [36]. Sendo o objetivo do projeto nesta dissertação construir um protótipo que não será comercializado, esta é a fase em que o protótipo é construído, e testado no robô Nomad 200 e o respetivo material será sujeito a ensaios mecânicos para validar a sua aptidão para o objetivo definido.

Todo o trabalho realizado ao longo do projeto, será refletido nesta última fase da metodologia proposta. Todos os processos estudados passarão do papel e suporte informático para o produto físico. O protótipo para o corpo do robô guia será construído seguindo as diretrizes pré-definidas. O protótipo será testado no Nomad 200. Será a validação da metodologia e a validação do material usado. O material será testado em forma de provetes, para obter a confirmação que o material escolhido se ajusta à função pretendida sem desrespeitar as condições definidas nos objetivos do trabalho. Com a concretização do projeto, o robô Nomad 200, assumirá uma nova postura como robô guia Mr. Go.

4.5.1 Protótipo

Seguindo o caderno de encargos com diretrizes para o projeto, começaram os preparativos para a fabricação do protótipo.

Tronco do robô: Para o fabrico do tronco do robô, foi feito um suporte com duas folhas de PVC flexível, tradicionalmente chamado vidro sintético, com 0,75 mm de espessura (Figura 35 (esq.)) O robô Nomad 200, ficou no seu interior para servir de molde ao PVC, uma vez que o material é flexível, conforme referido. O PVC aplicado é resistente à água, maleável e leve. Conforme testado na fase anterior, o PVC foi envolvido em fita cola de pintor (Figura 35 (esq. 2.ª fotografia)) o que possibilitou melhor aderência da cola, uma vez que a cola aplicada diretamente no PVC escorria, dificultando a aplicação das

tiras de jornal. Na zona superior do tronco do robô, foi colocada uma camada de PVC maleável de 0,80mm (Figura 35 (dir. 2.^a fotografia)) Por ser maleável e para ajudar na forma, existiu a necessidade de colocar no seu interior uma estrutura em metal. De modo a satisfazer o requisito funcional (RF21) “indicar com o corpo”, correspondido pelo requisito de projeto (RP21) “movimento da torreta”, foi colocado um anel em PVC de cor branca com 5mm de espessura, por cima da tampa do robô, com encaixe em ambas as pegas do robô para não dificultar o acesso ao seu interior.



Figura 35 - Elaboração do corpo do robô (acontecimentos da esquerda para a direita).

Para aplicação da técnica da papietagem, foram rasgadas diversas tiras de jornais com cerca de 7cm x 25 cm, que foram aplicadas da seguinte forma: camada de cola, camada de jornal aplicado na vertical, seguida de outra camada de cola e de outra camada de jornal aplicado na horizontal, e assim sucessivamente (Figura 35 (esq.)). O Jornal foi aplicado na vertical e na horizontal para tapar possíveis falhas. Esta forma de aplicação também reduz a probabilidade de deslizamento do papel e possíveis bolhas de ar. Chegadas às nove camadas de jornal e de cola, foi considerado o objetivo atingido em termos de rigidez e forma.

Para o tronco e pescoço do robô, foi tido em atenção que o próprio robô Nomad 200 teria de atuar dentro do corpo criado com neste projeto, assim como a necessidade de prever espaços para a passagem de cabos para a cabeça e, assim tornar possível em trabalhos futuros, atender aos RP1, RP2, RP4 e RP5

Cabeça do robô: Para a cabeça foi necessário que o suporte ficasse oco por dentro para, num projeto futuro, ser preenchido com componentes que assegurem o funcionamento do robô. A cabeça teve como base uma bola de esferovite de 29 centímetros de diâmetro e duas meias bolas de esferovite de 12 centímetros para as

orelhas. Devido ao bom suporte que é a bola de esferovite, a cabeça apenas necessitou de duas camadas de jornal e cola (Figura 36).



Figura 36 - Elaboração da cabeça e corpo do robô.

Pré acabamento: Após o tronco e a cabeça do Mr. Go estarem devidamente cobertas com as tiras de jornal, foram realizados os furos no tronco para o bom funcionamento dos sensores ultrassônicos incorporados no Nomad 200.

Como pré acabamento e a pensar na qualidade do corpo para receber a tinta, o corpo foi lixado com lixa fina para atenuar as imperfeições do papel. *A posteriori*, foi aplicada uma camada mais espessa de cola sem a mistura da cola caseira, para se adquirir acabamento mais impermeável, liso e duradouro. Pode ser visualizado o corpo do Mr. Go ao lado do Nomad 200 (Figura 37) antes de passar para a fase da pintura.



Figura 37 - Nomad 200 e o corpo do Mr.Go após pré acabamento.

Acabamento: O corpo do Mr. Go passou para a oficina de pintura onde recebeu uma camada de aparelho primário (Anexo 12) compatível com materiais compósitos (Figura 38) com o duplo sentido de testar o comportamento do material e disfarçar as rugosidades. Para adquirir acabamento mais uniforme e criar boa aderência para a tinta, foram aplicadas duas camadas de betume pistolável (figura 41) ao qual corresponde a ficha técnica no anexo 13. Após a secagem do betume, o protótipo foi lixado manualmente com lixa fina.



Figura 38 - Protótipo após aplicação de aparelho primário (esq.) e após aplicação de betume pistolável (dir.).

Posteriormente, foi elaborada uma mistura de tinta branca com tinta preta de forma a conseguir o tom de cinza claro. Foram aplicadas duas camadas desta mistura de tinta com um intervalo de 15 minutos para secagem. Para conseguir uma camada de tinta fina o mais uniforme possível, a tinta foi aplicada à pistola. Após a secagem, foram aplicadas duas camadas de verniz semimate, que permitiu a proteção e isolamento da tinta e acabamento com um pouco de brilho (Figura 39).



Figura 39 - Mr. Go após pintura e verniz.

Também para atender ao RP3, foram aplicados dois autocolantes em vinil no corpo do Mr. Go (Figura 40). Na parte da frente, foi aplicado o logotipo do IPEiria. Na parte de trás, e à semelhança das camisolas de uma das escolas do IPEiria, foi aplicado um vinil com a ilustração do castelo de Leiria como referência cultural à cidade de Leiria.



Figura 40 - Decoração em autocolante vinil no corpo do Mr. Go. Parte da frente (à esq.) e parte de trás (à dir.).

4.5.1 Ensaios de flexão em três pontos

Num projeto de engenharia, quando se trata de um material, é crucial compreender e calcular as suas propriedades mecânicas. Através dos ensaios mecânicos com flexão em 3 pontos, é possível definir o módulo de elasticidade em flexão e a tensão máxima de flexão.

O momento de inércia (I) para provetes de secção retangular é determinado através da equação:

Equação 1

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Em que:

I – Momento de inércia da secção transversal em relação ao eixo do provete.

b – Largura do provete (mm).

h – Altura do provete (mm).

O declive é determinado através de

Equação 2

$$\text{declive} = \frac{48E \cdot I}{L^3}$$

Em que:

E – Módulo young

Para obter o módulo de elasticidade ou módulo de *young* usa-se a expressão abaixo:

Equação 3

$$\varepsilon_{\text{flexão}} = \frac{\text{declive} \cdot L^3}{48I}$$

Em que:

F – Força

L – Comprimento do provete (mm).

A tensão de flexão é determinada através da equação:

Equação 2

$$\sigma = \frac{F \cdot L \cdot Y_m}{4I} [N \cdot mm^2]$$

Em que:

F – Força.

L – Comprimento do provete (mm).

y – Deslocamento do provete (mm).

Os ensaios mecânicos de flexão em 3 pontos, foram realizados na máquina eletromecânica Zwick/Z100, dotada de uma célula de carga 100KN, preparada com o módulo para trabalhar à flexão (Figura 41).

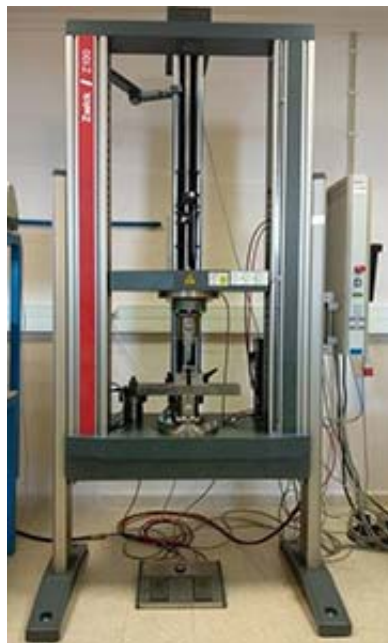


Figura 41 - Máquina eletromecânica de Marca Zwick modelo Z100.

Esta máquina possui a possibilidade de ligação ao computador que contém o software da máquina, de forma a visualizar em tempo real a curva carga-deslocamento e o fornecimento de dados como por exemplo, a velocidade, a carga e o deslocamento.

Para os ensaios mecânicos, foi confeccionada uma placa com o mesmo material utilizado no protótipo. Os provetes foram maquinados de acordo com a norma ASTM D790 uma vez que o foco desta norma é o método de teste para a determinação das propriedades de flexão em plásticos não reforçados e reforçados [82]. As dimensões estão em concordância com as ilustradas na Figura 42.

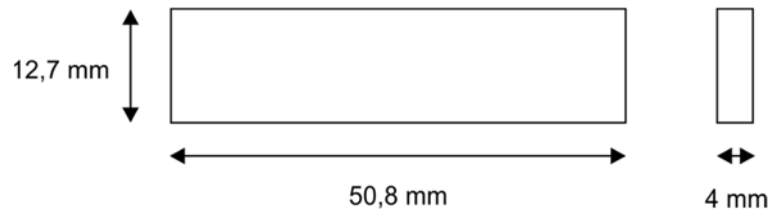


Figura 42 - Dimensões dos provetes para os ensaios de flexão em 3 pontos.

Para o corte dos provetes, foi usada uma serra de fita da marca Elu, referência EBS3501 (Figura 43).



Figura 43 - Serra de fita da marca Elu, referência EBS3501 utilizada para cortar os provetes.

Foram realizados 9 ensaios com a velocidade de carregamento da célula previamente definida para os ensaios em 3 milímetros por minuto e os ensaios foram realizados à temperatura ambiente. Segundo a norma ASTM D790, a distância entre apoios sugerida seria de 25,41 milímetros (Figura 44 (esq.)), mas teve de ser ajustada para os 35 milímetros (Figura 44 (dir.)) uma vez que não existia espaço suficiente para o funcionamento das amarras.

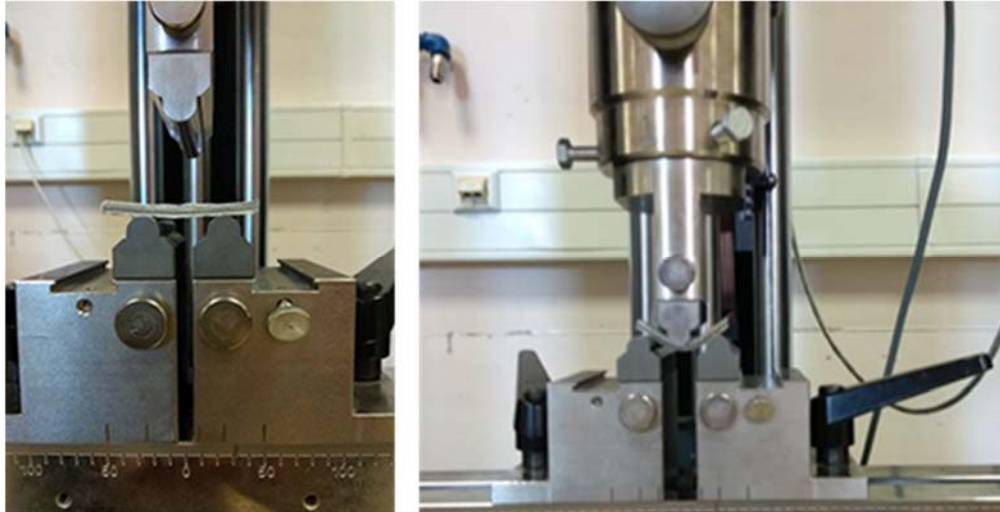


Figura 44 - Provette em ensaio com 25,41 mm entre apoios (esq.) e 35 mm entre apoios (dir.)

4.5.2 Resultados e discussão

Com os ensaios de flexão em 3 pontos foi possível determinar as propriedades mecânicas essenciais dos provetes do material compósito. Na Tabela 7, estão descritos os resultados em que é possível observar os valores obtidos no ensaio de cada um dos provetes, relativos à tensão máxima de flexão e ao módulo de elasticidade.

Tabela 7 - Tensão de flexão e módulo de elasticidade dos provetes.

Provete	$\sigma_{\text{(flex.máx)}} \text{ [MPa]}$	$E_{\text{flex.}} \text{ [MPa]}$
n.º 1	11	87,6
n.º 2	9,1	70,6
n.º 3	8,6	55,2
n.º 4	4,4	59,2
n.º 5	4,9	65,3
n.º 6	4,4	58,8
n.º 7	4	53,4
n.º 8	3,9	52,4
n.º 9	3,9	52,1

Na Tabela 8, são apresentados as respetivas médias e o desvio padrão quando à tensão máxima em flexão e ao módulo de elasticidade.

Tabela 8 - Apresentação da média e desvio padrão dos ensaios quanto à tensão em flexão máxima, e ao módulo de elasticidade.

Material		$\sigma_{\text{(flex.máx)}} \text{ [GPa]}$	$E_{\text{flex}} \text{ [MPa]}$
Compósito	Média	6,1	61,6
	Desvio padrão	2,6	10,8

Sendo o módulo de elasticidade de grande importância para a caracterização das propriedades mecânicas de um material [83] e para melhor e mais perceptível compreensão em relação às características mecânicas do material utilizado no projeto, foi realizada a comparação com outro compósito em termos de módulo de elasticidade.

O compósito de comparação, fibra de vidro com resina de poliéster, é considerado um bom exemplo de polímero com fibra sintética, pelo uso bastante comum, como o caso das aplicações no ramo automóvel, devido à alta resistência das fibras de pequeno diâmetro, combinada com a ductilidade da matriz de polímero para produzir um material forte capaz de suportar a carga normal requerida por um material estrutural [83]. Para a concretização da tabela comparativa (Tabela 9), foi adquirido o resultado do Módulo de Elasticidade, existente noutro trabalho [84].

Tabela 9 - Comparativo do compósito com resina poliéster reforçada com fibra de vidro, quanto ao Módulo de Elasticidade.

Material	E _{flex} [MPa]
Compósito	61,6
Resina poliéster reforçada com fibra de vidro	14000

Em suma, dado que o compósito obtido foi confeccionado manualmente, considera-se mais difícil de obter um compósito uniforme, tanto na aplicação da fibra como na aplicação da matriz, prova disso, são as diferenças de resultados tanto a nível de tensão à flexão, como em módulo de elasticidade, obtidas de provete para provete, sendo que o provete n.º 9, apresentou valores cerca de 3 vezes mais baixo que o provete n.º 1 (Tabela 10)

Tabela 10 - Comparativo de valores de dois provetes, quanto à Tensão de Flexão Máxima e Módulo de Elasticidade.

Provete	$\sigma_{(flex.máx)}$ [MPa]	E _{flex.} [MPa]
n.º 1	11	87,6
n.º 9	3,9	52,1

Com o comparativo, foi possível perceber que compósito apresentado neste projeto, apresentou módulo de elasticidade (média) de 61,6 MPa, que significa que é cerca de 227 vezes menor que o módulo de elasticidade da resina de poliéster reforçada com fibra de vidro (14000 MPa). Contudo, embora claramente inferior, dado que a aplicação em causa, ou seja, o corpo do Mr. Go, não se encontra sujeita a esforços, considera-se que o material utilizado é suficientemente capaz estruturalmente.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

Chegando ao fim do projeto, verifica-se que todos os objetivos propostos foram concluídos. Foi um trabalho multidisciplinar uma vez que permitiu a abordagem a diversos temas dentro e fora da área da engenharia, que conduziram à concretização do protótipo para o corpo do robô guia, intitulado Mr. Go., tendo por base a adoção de uma metodologia estruturada de C&D que permitiu a utilização de técnicas consideradas adequadas ao projeto.

Assim, foi possível constatar que através da entrevista semiestruturada foi possível reunir requisitos que deram corpo à VOC, tendo como principal vantagem a possibilidade de entrevistar o público em questão a título de conversa informal. Também serviu como alavanca à criatividade uma vez que foi possível entrevistar um pequeno grupo com interesses, ideais e idades bastante diferentes. A única desvantagem desta ferramenta foi o facto de serem entrevistas individuais, que obrigou ao investimento de mais tempo

A técnica do grupo focal, também é bastante enriquecedora, uma vez que permitiu criar um grupo foco que, de alguma forma estava familiarizado com o tema, o que conduziu também ao apuramento de requisitos a nível técnico e de engenharia. A este nível destacar o fator interação entre os elementos do grupo, o que foi considerado uma vantagem relativamente às entrevistas. Como complemento, o guião foi utilizado como teste de requisitos, o que permitiu juntar mais alguns requisitos ao projeto, e que de outra forma poderiam não ser detetados, o que demonstrou ser uma mais valia para o projeto e para a promoção da interação Humano-robô valorizada no projeto.

A interação existente entre o design axiomático e o desdobramento da casa da qualidade permitiu um melhor conhecimento do produto. Através do projeto axiomático foi possível selecionar os conceitos e fazer corresponder os requisitos funcionais aos requisitos de projeto. Com a junção da matriz da casa da qualidade, foi possível fazer as respetivas relações entre parâmetros, estabelecer prioridades e comparar produtos existentes no mercado. Em consequência, foram apresentadas duas soluções para o

projeto, tendo sido escolhida para Design e Detalhe a que melhor respondeu aos requisitos do Cliente.

Para a realização do Mr.Go, e de forma a corresponder a alguns dos requisitos impostos, foi construído um compósito à base de tiras de papel de jornal sendo a matriz uma resina PVA. Respeitando as restrições de projeto, foi tida em conta a preocupação ambiental, preocupação em linha com as tendências a nível mundial.

Foram ainda realizados ensaios mecânicos de flexão, para caraterizar o material utilizado e registar os resultados, garantindo os requisitos de projeto. Para se ter uma melhor noção relativa das caraterísticas do material, foi efetuada uma comparação em termos de módulo de elasticidade e flexão máxima, entre o material usado e a usual fibra de vidro com resina de poliéster.

Por último, e tendo em consideração que um dos objetivos desta dissertação passava por perceber o impacto da utilização de metodologias e técnicas estruturadas no desenvolvimento de novos projetos e soluções, quando comparadas com abordagens convencionais, empíricas e pertencentes ao Design Industrial, é de referir que independentemente do resultado final obtido, destaca-se como vantagens o reforço da confiança do *designer* para saber se está no caminho certo, pois de facto a adoção de técnicas de suporte às etapas da metodologia permite reforçar todas as decisões tomadas pelo constante equacionar dessas mesmas decisão, assim como a garantia de não perder informação importante durante o processo alargando o espaço de soluções de design possíveis, isto é, de contrariar a tendência de simplesmente seguir o instituto e convergir rapidamente para a solução.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Os objetivos definidos no início do trabalho foram superados, mas, existe sempre espaço para melhoramentos e inovações futuras. De facto, este trabalho pode ser visto como uma alavanca para futuros trabalhos. Como tal, são deixadas na dissertação algumas sugestões, como a programação do robô guia para adquirir a capacidade de fazer o percurso do laboratório até ao hall de entrada do edifício, de forma autónoma, assim como, receber e acompanhar os visitantes, manter um diálogo de forma descontraída e conseguir movimentar a cabeça de forma isolada do corpo. Também poderá ser interessante, que o Mr. Go adquira a capacidade de sorrir, piscar o olho, ser simpático e bem-humorado para tornar a rotina dos utilizadores e alunos mais distintivo.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Chopra, M. Obsniuk, and M. R. Jenkin, "The Nomad 200 and the Nomad SuperScout: Reverse engineered and resurrected," 2006.
- [2] M. V. Giuseppe Oriolo, Giovanni Ulivi, "Real-Time Map Building and Navigation for Autonomous Robots in Unknown Environments," 1999.
- [3] D. John and J. Wyatt, *Advances in Robot Learning: 8th European Workshop on Learning Robots, EWLR-8*. United Kingdom, 1999.
- [4] P. Mestrado, E. Eletrot, and S. Justino, "Agv para ambiente interior," 2016.
- [5] C. Bartneck and J. Forlizzi, "A Design-Centred Framework for Social Human-Robot Interaction," 2004.
- [6] A. M. do V. Filho, "Um modelo para implementação de consciência em robôs móveis," 2003.
- [7] *ISO 8373:2012(en) Robots and robotic devices*. .
- [8] M. E. Rosheim, *Robot Evolution: The Development of Anthrobotics*. 1994.
- [9] Thomas R. Kurfess, *Robotics and Automation Handbook - Google Books*. .
- [10] H. P. Moravec, *Mind children : the future of robot and human intelligence*. Harvard University Press, 1988.
- [11] I. S. Pereira, "Eu, Robô e a inteligência artificial forte: o homem entre a mente e a máquina," 2006.
- [12] Arkapravo Bhaumik, *From AI to Robotics: Mobile, Social, and Sentient Robots - Arkapravo Bhaumik - Google Books*. 2018.
- [13] J. Prabakar, *BeagleBone By Example*. 2016.
- [14] J. Gorostiza, R. Barber, A. Khamis, M. Malfaz, R. Pacheco, R. Rivas, A. Corrales, E. Delgado, and M. Salichs, "Multimodal Human-Robot Interaction Framework for a Personal Robot," in *ROMAN 2006 - The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 2006.
- [15] D. L. Adrian David Cheok, *Love and Sex with Robots: Third International Conference, LSR 2017, London - Google Books*. 2018.
- [16] "Discover Nao, the little humanoid robot from SoftBank Robotics | SoftBank Robotics." [Online]. Available: <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/robots/nao>. [Accessed: 19-Aug-2018].
- [17] "Pepper, the humanoid robot from SoftBank Robotics, a genuine companion | SoftBank Robotics." [Online]. Available: <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/robots/pepper>. [Accessed: 21-Aug-2018].

- [18] Softbank Robotics, “SoftBank Robotics PEPPER.” [Online]. Available: <https://www.ald.softbankrobotics.com/en/cool-robots/pepper>.
- [19] “ASUS Zenbo - Your Smart Little Companion,” 2018. [Online]. Available: <https://zenbo.asus.com/>. [Accessed: 21-Aug-2018].
- [20] “Zenbo Home Robot Pours on the Charm | Home Tech | TechNewsWorld,” 2016. [Online]. Available: <https://www.technewsworld.com/story/83581.html>. [Accessed: 21-Aug-2018].
- [21] LG, “LG AIRPORT ROBOTS TAKE OVER KOREA’S LARGEST AIRPORT,” 2017. [Online]. Available: <https://www.lg.com/sg/press-release/lg-airport-robots-take-over-koreas-largest-airport>. [Accessed: 22-Aug-2018].
- [22] Engadget, “LG’s friendly robots will help travelers at Seoul airport,” 2017. [Online]. Available: <https://www.engadget.com/2017/07/21/lg-robots-seoul-airport/>. [Accessed: 22-Aug-2018].
- [23] Wyaca, “Robot Keylo,” 2016. [Online]. Available: <http://www.wyca-robotics.com/about-wyca/>. [Accessed: 10-Jun-2017].
- [24] Ladepeche.fr, “Wyca invente le premier robot mondial d’accueil du client - 20/12/2016 - ladepeche.fr,” 2016. [Online]. Available: <https://www.ladepeche.fr/article/2016/12/20/2482482-wyca-invente-le-premier-robot-mondial-d-accueil-du-client.html>. [Accessed: 22-Aug-2018].
- [25] T. Fraichard, “Dynamic Trajectory Planning with Dynamic Constraints: àState-Time Space’ Approach a Dynamic Trajectory Planning with Dynamic Constraints: àState-Time Space’ Approach,” pp. 1393–1400, 1993.
- [26] “Androide super-realista apresentadora de televisão no Japão - ZAP.”
- [27] “Hiroshi Ishiguro: The Man Who Made a Copy of Himself - IEEE Spectrum,” 2010.
- [28] F. Alonso Martín, “Sistema de interacción humano-robot basado en diálogos multimodales y adaptables,” 2014.
- [29] F. Alonso-Martín, A. Castro-González, F. J. F. de G. Luengo, and M. Á. Salichs, “Augmented Robotics Dialog System for Enhancing Human-Robot Interaction.,” *Sensors (Basel)*, vol. 15, no. 7, pp. 15799–829, Jul. 2015.
- [30] J. Forlizzi and K. Battarbee, “Understanding Experience in Interactive Systems,” 2004.
- [31] M. J. L. Nunes, “Metodologias de Desenvolvimento de Novos Produtos industriais,” 2004.
- [32] “Definição ou significado de produto no Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico.” [Online]. Available: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/produto?express=design+produto>. [Accessed: 06-Mar-2017].
- [33] “Definição ou significado de design no Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico.” [Online]. Available: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua->

- portuguesa/design?express=design+do+produto. [Accessed: 06-Mar-2017].
- [34] N. F. M. Roozenburg, *Product Design: Fundamentals and Methods*. .
- [35] PUC Rio, "Processos e métodos de design do produto."
- [36] M. Baxter, *Product Design Practical Methods for the Systematic Development of New Products*. 1996.
- [37] N. P. Suh, *Axiomatic Design - Advances e Aplications*. Oxford, 2001.
- [38] Dr. Ali Jamnia, *Introduction to Product Design and Development for Engineers - Dr. Ali Jamnia - Google Books*. Boa Raton FL, 2018.
- [39] Mickael K. Lawson, *Estratégias de crescimento da empresa*. London, 1991.
- [40] I. Ferreira, "Design Sustentável," 2012.
- [41] K. T. U. S. D. Eppinger, *Product Design and Development*, 5th ed. Mc Graw Hill, 2012.
- [42] M. Word, "MANUAL TÉCNICO II: Métodos e Técnicas A Recolha de Dados: Entrevistas Individuais - A Avaliação do Desenvolvimento Socioeconómico."
- [43] Forestry Dept., *Guia de campo para recolha de dados - Angola - FAO, Rome (Italy)*. Forestry Dept. - Google Books. Italy.
- [44] James Innes, *The Interview Book: Your definitive guide to the perfect interview - James Innes - Google Books*. UK, 2012.
- [45] P. Liamputtong, *Focus Group Methodology - principles and practice*. London: Sage Publication inc., 2011.
- [46] M. A. C. Richard A. Krueger, *Focus Group a practical guide for applied research*, 4th ed. Sage Publication inc., 2009.
- [47] I. Soares Silva, A. Luísa Veloso, and J. Bernardo Keating Resumo, "Considerações teóricas e metodológicas."
- [48] M. A. Masadeh, "Focus Group: Reviews and Practices," *Int. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 10, 2012.
- [49] Kate Cronin, "Focus Group," *Dep. Fam. Med.*, 2011.
- [50] E. Mecânica and H. Académicas, "Contributo metodológico para a tomada de decisão em projecto sustentável – uma abordagem axiomática," 2013.
- [51] B. El-Haik, *Axiomatic quality : integrating axiomatic design with six-sigma, reliability, and quality engineering*. John Wiley, 2005.
- [52] L. Felipe Inglez Orientador, P. E. Dra Roseana da Trevisan, and S. -Brasil, "Análise do Processo de Solda de Tanques de Combustível Soprados através da Metodologia de Projeto Axiomático."
- [53] J. S. Oakland, *Gerenciamento da qualidade total*. Nobel, 1994.

- [54] L. P. José Silva, Rogério Costa, "Utilização de papel semente no desenvolvimento e aplicação de material de divulgação sustentável," *Des. e Mater.*, 2016.
- [55] Infopédia, "Tradução de mâche no Dicionário Infopédia de Frances - Portugues." [Online]. Available: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/frances-portugues/m%C3%A2ch%C3%A9?express=papier+mach%C3%AA>. [Accessed: 13-Sep-2018].
- [56] C. SA, *Culturito novos trabalhos manuais*. Espanha, 2000.
- [57] C. Arantes, "ARTE EM PAPEL MACHÊ E PAPIETAGEM E O PAPEL DO EDUCADOR EM ARTE: Uma trajetoria ruo à sensibilizaço e conscientizaço ambiental," 2007.
- [58] "Fallas de Valencia: Um Festival Único e Espetacular - 7 Continents 1 Passport," 2018. [Online]. Available: <https://www.7continents1passport.com/fallas-valencia/?lang=pt-br>. [Accessed: 13-Sep-2018].
- [59] Cristina Schmitz, "Papel Mache," 2015.
- [60] M. Niero De Souza, "UTILIZAÇO DO PAPEL MÂCHE NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS."
- [61] Mirta L. Koch, *Mas de 100 Ideias Para Papel MacHe Artesanias, Juguets Y Objetos Utiles Con ...* - Mirta L. Koch - Google Books. Espanha, 2009.
- [62] "Museu de Arte Popular - Melhores Destinos." [Online]. Available: <https://guia.melhoresdestinos.com.br/museu-de-arte-popular-197-5416-l.html>. [Accessed: 14-Sep-2018].
- [63] M. M. de Oliveira, *Tecnologia da conservaço e da restauraço - materiais e estruturas: um roteiro de estudos*. SciELO Books - EDUFBA, 2011.
- [64] J. J. Bianche, "INTERFACE MADEIRA-ADESIVO E RESISTÊNCIA DE JUNTAS COLADAS COM DIFERENTES ADESIVOS E GRAMATURA," 2014.
- [65] J. Scheirs, *Polymer recycling - Science, technology and applications*. Australia, 2001.
- [66] M. M. A. M. A. Magalhees, *Materiais Compositos: materiais, fabrico e comportamento mecânico*, 2.^a ed. Porto, 2005.
- [67] J.-M. Berthelot, *Composite materials*. Frande, 1998.
- [68] "Celpa - Associaço da Industria Papeleira," 2018. [Online]. Available: <http://www.celpa.pt/faqs/>. [Accessed: 14-Nov-2018].
- [69] J. P. D. A.G.Magalhees, *Ensaio mecânico e Tecnologicos*. 1992.
- [70] MARCUS POSSI, *Gerenciamento de Projetos Guia do Profissional Vol. 2: Aspectos Humanos e ...* - MARCUS POSSI - Google Books, Volume 2. Rio de Janeiro, 2006.
- [71] M. J. de Miranda Neto, *Pesquisa Para O Planejamento - Metodos & Tecnicas* - Miranda Neto, Manoel Jose de - Google Books. 2005.

- [72] L. Peixoto Vianello, *Métodos e Técnicas de Pesquisa*. Brasil, 2003.
- [73] M. M. Claudio Favia, Michele Germania, "Design for Manufacturing and Assembly vs. Design to Cost: toward a multi-objective approach for decision-making strategies during conceptual design of complex products," Italy.
- [74] Yariv Sade, "Design-To-Cost," 2015. [Online]. Available: <http://productdesignmanagement.com/design-to-cost/>. [Accessed: 28-Aug-2018].
- [75] B. Lawson, *How Designers Think*, Fourth. USA, 1980.
- [76] P. S. Edward B. Magrab, Satyandra K. Gupta, F. Patrick McCluskey, *Integrated Product and Process Design and Development: The Product*, Second. 2009.
- [77] VALDEON SOZO, "UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM AXIOMÁTICA NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÕES PERTINENTES AO PROJETO CONCEITUAL DE PRODUTOS," 2002.
- [78] "LibreOffice - Free Office Suite." [Online]. Available: <https://www.libreoffice.org/>. [Accessed: 29-Dec-2017].
- [79] "Celtx - Scriptwriting & All-In-One Production Studios." [Online]. Available: <https://www.celtx.com/index.html>. [Accessed: 02-Jan-2018].
- [80] "Trelby." [Online]. Available: <http://www.trelby.org/>. [Accessed: 29-Dec-2017].
- [81] Eva Heller, *A psicologia das cores*. Munique, 2000.
- [82] "ASTM International."
- [83] J. F. Shackelford, *Introduction to Materials Science for engineers*, 4.^a ed. 1996.
- [84] C. O. Terra Ruchert, "Introdução aos Ensaios Mecânicos dos Materiais."

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

7 Anexos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Anexo1

QUADRO DE TAREFAS - EQUIPA

Nome do projeto	Ref. ^a
-----------------	-------------------

Chefe de equipa: Restantes membros:	Data início de projeto
	Data fim de projeto

Nome do membro	Tarefas	Prazos

Anexo 2

FICHA DE PROJETO		
Título do projeto		Ref. ^a
Partes Interessadas		
Missão		
Descrição do problema		
Importância		
Âmbito do projeto		
Principais objetivos		
<i>Corpo</i>	Alocação de recursos <i>Interface</i>	<i>Software</i>
Data início		Data fim
Data emissão		Data revisão

Anexo 3

REQUISITOS CRÍTICOS (CTQs)

Nome do projeto	Data	Ref. ^a
Requisitos de marketing		
Requisitos de engenharia		
Requisitos de desempenho		

Anexo 4

CONSTRANGIMENTOS		
Nome do projeto	Data	Ref. ^a
Económicos		
Ambientais		
Segurança		
Fabricação e sustentabilidade		

Anexo 5

TABELA DE REQUISITOS				
Caraterísticas	Requisitos do cliente (RC)	Requisitos funcionais (FR)	Requisitos do projeto (RP)	Requisitos do processo (VP)
Funcionalidades				
Design				
Materiais				
Fabrico				

Anexo 6

ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Objetivo: Entrevista semiestruturada de âmbito informal

Entrevistados: Comunidade académica da ESTG, ex-alunos, funcionários da ESTG, outras pessoas consideradas com opinião relevante.

Duração sugerida: 30 minutos

1) Qual a sua opinião sobre a existência de um robot guia para receber os visitantes do edifício D?

2) Qual ou quais as funções que na sua opinião, gostaria que o robô realizasse?

3) Sugere algum tipo de design específico? (humanoide, não humanoide...)

4) Sugestão de nome?

5) Quer acrescentar alguma coisa?

Entrevistado: (anónimo) Entrevista N.º _____ Data ___ / ___ / ___

Aluno Ex-aluno Futuro aluno Funcionário Outro _____

Anexo 7

ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA - COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Objetivo: Entrevista semiestruturada de âmbito informal

Duração sugerida: 30 minutos

Entrevistados: Comunidade académica da ESTG, ex-alunos, funcionários da ESTG, outras pessoas consideradas com opinião relevante.

Entrevista n.º	Resposta referente à pergunta n.º 1	Resposta referente à pergunta n.º 2	Resposta referente à pergunta n.º 3	Resposta referente à pergunta n.º 4	Resposta referente à pergunta n.º 5

Anexo 8

Anexo 9

ENQUADRAMENTO PARA GRUPO FOCAL

Local: ESTG, edifício D - Laboratório de Robótica

Data: 28 Junho 2017

Duração estimada: 60 minutos

1. Cumprimentar os presentes

Distribuir Folha de presenças com nome do curso

2. Explicação do projecto / tese

Curso: Mestrado Engenharia da Conceção e Desenvolvimento de Produto

Tese: Robô Guia

3. Lançar perguntas para abrir a discussão

- a) Opinião sobre ter um robô guia no edifício D.
- b) Que funções ele poderia desempenhar e com que utilidade.
- c) Quem sai beneficiado com a presença do robô?
- d) Sugestão de design.
- e) Sugestão de nome.

4. Agradecimentos e despedida

Focus Group:

planeamento, preparação, moderação, análise dos dados e divulgação dos resultados

Anexo 10

ACORDAR NO LABORATÓRIO

by

Susana Costa

rev. 1.1

FADE IN:

INT. LABORATÓRIO DE ROBÓTICA

O robô está dentro do laboratório de robótica, desligado e encostado à parede, como se estivesse a dormir tranquilamente.

De repente, Susana liga o botão da energia (power) que dá indicação de ligado através do computador.

ROBÔ

Que bom, que bom, tens trabalho para mim? Estou cansado de tanto dormir!

SUSANA

Tenho sim, tiveste um sono bom?

ROBÔ

Maravilhoso, mas adoro quando me acordas!

Equanto isso, Susana programa o robô através do computador externo e dá indicação de marcha até o hall de entrada 1 e regresso à laboratório de robótica.

SUSANA

Hoje preciso que vás ao hall de entrada 1 buscar umas visitas. Vai lá esbanjar charme e nada de namoriscar!

ROBÔT

Ok menina, os seus pedidos são uma ordem!

O robô dirige-se à porta de saída que no entremeio Susana abriu.

FADE OUT

TRAJECTO DO LABORATÓRIO DE ROBÓTICA ATÉ PORTA DE ENTRADA 1

by

Susana Costa

Rev/ 1.1.

FADE IN:

TRAJECTO DO LABORATÓRIO DE ROBÓTICA ATÉ PORTA DE ENTRADA 2

O robô está no laboratório de robótica, avança até à porta de saída, faz uma pausa na marcha, vira o corpo para a esquerda e depois para a direita para confirmar que pode avançar. O caminho está livre. As rodas rodam para a direita e avança em direção ao hall de entrada com um sorriso nos lábios.

Houve-se barulho de pessoas a falar e passos.

Detetando a presença das pessoas o robô começa a demonstrar o seu contentamento por estar ao serviço, começando um monólogo.

ROBÔ
Iupi, iupi, hoje tenho tarefas
importantes para fazer!

Aproximando-se das pessoas, cumprimenta-as com um sorriso e sem esperar pelas respostas.

ROBÔ
Olá como estão? Está um lindo dia,
concordam?

Continua o seu caminho, sem esperar pelas respostas.

ROB
Peço desculpa, mas tenho pressa,
hoje estou muito ocupado.

E move a cabeça em direção ao segurança do edifício e pisca o olho.

FADE OUT

**DO HALL DE ENTRADA
ATÉ PORTA DE LABORATÓRIO
COM VISITANTES**

by

Susana Costa

FADE IN:

INT. TRAJECTO DO HALL DE ENTRADA ATÉ LABORATÓRIO DE ROBÓTICA.

O Robô chega à porta do hall de entrada do edifício D, faz uma pausa e olha para a esquerda e para a direita. Depois vira-se para um pequeno grupo de pessoas que estão paradas perto da porta.

ROBÔ
São os Senhores que estão à minha
espera?

Faz uma pausa à espera da resposta.

JOÃO
Somos sim!

ROBÔ
Excelente! Sejam Bem vindos!

O Robô vira-se e retoma o caminho anteriormente percorrido em direção ao laboratório de robótica.

ROBÔ
Vou acompanhá-los ao laboratório de
robótica onde estarão à vossa
espera.

Enquanto fala, vai movendo o corpo para a esquerda e para a direita na direção dos acompanhantes.

ROBÔ
Se depois quiserem fazer uma visita
guiada ao edifício D é só pedirem!
Adorooooo passear.

Vira o corpo para um acompanhante, diminui o tom de voz em forma de confissão, acompanhado de um sorriso e um piscar de olhos.

Chegados à porta do laboratório (que ficou aberta), o robô pára na lateral para dar passagem aos visitantes e faz um movimento com o corpo e com os olhos enquanto fala a sorrir.

ROBÔ
Façam o favor de entrar!

O Robô entra atrás da ultima pessoa e Susana fecha a porta.

FADE OUT

LABORATÓRIO ROBÓTICA COM VISITAS

by

Susana Costa

FADE IN:

INT. LABORATÓRIO ROBÓTICA

Depois de fechar a porta Susana dirige-se aos visitantes.

SUSANA
Muito bom dia, o meu amigo
tratou-vos bem?

Susana sorri e pisca o olho ao robot que ganha cor nas faces.

SARA
Tratou sim! Gostamos muito de o
conhecer.

O Robô fica por perto enquanto Susana apresenta os restantes presentes.

SUSANA
O professor Carlos Simplício

O Professor dá um aperto de mão aos convidados

CARLOS SIMPLÍCIO
Muito prazer

SUSANA
E o professor Carlos Neves

Com ar sério e aos mesmo tempo simpático, o Professor dá um aperto de mão aos convidados e toma a palavra.

CARLOS NEVES
Temos muito gosto em recebê-los na
nossa escola. O menino que vos foi
receber ao hall de entrada, é um
robô guia que faz parte do projecto
de tese da nossa aluna de Mestrado,
a Susana.

O Professor olha e indica em direcção a Susana que sorri ao lado do robô.

Susana coloca o braço em cima do ombro do Robot que lhe retribui o sorriso.

CARLOS NEVES
O robô já existia, mas a Susana
vesti-o com este novo corpo e
foram-lhe atribuidas novas funções
de forma a transformá-lo no robô
guia que é hoje. Mas antes de
avançar, gostava que vissem um
video com a apresentação da nossa
escola que o nosso amigo vai
projectar.

Dito isto, robô coloca-se virado para a parede a cerca de 3 metros.

2.

ROBÔ

Hora de cinema! Por favor não façam
barulho.

Faz-se silêncio, o robô começa a projectar o filme para a
parede. Fica com olhar semicerrado e sorri enquanto usufrui
do momento.

FADE OUT

Anexo 11

Ficha Técnica

TIPO

Cola vinílica, base aquosa.

PRINCIPAIS PROPRIEDADES

Fácil aplicação e, depois de seca, total transparência, elevada resistência e excelente elasticidade.

UTILIZAÇÃO

Especialmente recomendada para todos os trabalhos de marcenaria e carpintaria, mesmo com madeiras resinosas, montagem de móveis e trabalhos caseiros.

PREPARAÇÃO

Necessita apenas de uma homogeneização simples antes de iniciar a aplicação.



Homogeneizar bem

PROCESSO DE APLICAÇÃO

Preparação suporte: As superfícies a colar devem ajustar-se perfeitamente e encontrar-se convenientemente limpas, isentas de poeiras e gorduras.

Aplicação: Com Trincha ou uma Espátula sem dentes, aplica-se uma camada fina e uniforme de cola apenas numa das superfícies a unir. De seguida, unem-se as superfícies e comprimem-se, durante cerca de 15 a 20 minutos (o tempo de abertura é função da quantidade de cola aplicada, do grau de absorção dos materiais, da temperatura e humidade do ar) até que se tenha obtido uma boa aderência.

Limpeza Material: utilizar Água limpa.



CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

Aspecto:	Líquido viscoso.
Cor:	Branca.
pH:	6.0± 0.5.
TMMF:	+5 °C.
Massa específica, 20°C :	1.050 ± 0.020 Kg/l
Teor em Sólidos:	45.0± 2.0 % (peso)
Secagem:	Tempo abertura: 15-20'; Seco : 3-4 dias.
Estabilidade:	12 Meses, em embalagens de origem, cheias e bem fechadas.

TMMF – Temperatura mínima de formação de filme.

Nota: As informações contidas neste folheto técnico, têm um valor meramente orientativo pois foram obtidas em condições específicas bem determinadas. Dadas as inúmeras condicionantes que intervêm na aplicabilidade industrial, já que este não se encontra dentro do nosso controlo, aconselhamos um ensaio prévio antes da sua utilização. Para mais informações, os N/ Serviços Técnicos estarão à V/ inteira disponibilidade.

Anexo 12

Raderal® Spray Polyester 3508

Produtos

Raderal® Spray Polyester 3508

Raderal® Hardener 9520

Raderal® Spray Polyester Reducer 7690



500 - 600 µm espessuras secas até 1000 µm são possíveis



Limpar após utilização com líquido de limpeza de pistolas solvente adequado.

Observações

- O produto deve estar a temperatura ambiente (18-25°C) antes de ser utilizado.
- Não aplicar sobre primário 1K, primário de cura ácida ou acabamentos acrílicos termoplásticos.
- Não lixar a água.
- Produtos poliéster têm um período de vida em armazém limitado. Armazenar em lugar fresco e utilizar dentro de 12 meses para obtenção de bons resultados.

Antes da utilização, consultar a Folha de Dados de Segurança do produto. Respeitar as normas de segurança indicadas na embalagem.

Todos os outros produtos referidos no sistema de pintura são da gama de produtos da Spies Hecker. As propriedades do sistema não serão válidas quando o material relacionado é utilizado em combinação com quaisquer outros materiais ou aditivos que não pertencem à gama de produtos da Spies Hecker, salvo expressamente indicado em contrário.

Exclusivamente para uso profissional! A informação fornecida nesta documentação foi cuidadosamente seleccionada e organizada por nós. Está baseada nos nossos melhores conhecimentos à data da sua emissão. A Informação é fornecida apenas com propósitos informativos. Não somos responsáveis pela suas incorrecções, exactidão e insuficiência. Cabe ao utilizador verificar a informação no que respeita à sua actualização e adequação aos seus propósitos. A propriedade intelectual desta informação incluindo patentes, marcas e copyrights está protegida. Todos os direitos estão reservados. A Ficha de Segurança e os Avisos contidos na etiqueta do produto devem ser lidos com atenção e respeitados. Nós podemos modificar e/ou descontinuar operações de toda ou parte desta informação em qualquer altura de acordo com os nossos critérios sem informação e não assumimos qualquer responsabilidade pela actualização desta informação. Todas as regras determinadas nesta cláusula aplicar-se-ão em conformidade para todas as alterações e emendas futuras.

Anexo 13



Ficha Técnica

Raderal® Spray Polyester 3508

Betume pistolável fácil de usar

O Raderal Betume Poliéster Pistolável 3508 é um betume poliéster pistolável 2K desenvolvido para suavizar rugosidades e áreas irregulares.

- Particularmente adequado para grandes superfícies.
- Muito boas propriedades de aplicação.
- Fácil de aplicar e com boa estabilidade vertical.
- Boa fluidez.

Exclusivamente para uso profissional!

Spies Hecker - mais perto de si.



Uma Marca Axalta Coating Systems

Raderal® Spray Polyester 3508

Preparação do produto - aplicação Referência

	É altamente recomendado o uso de equipamentos de proteção individual adequados durante a aplicação para evitar a irritação cutânea e ocular.																								
	Superfícies onde tenham sido aplicados e finamente lixados produtos Betumes Poliester 2K. Substratos poliéster reforçados com fibra de vidro, livres de agente desmoldante, lixados e desengordurados. Pintura original ou antiga bem lixada e desengordurada. Aparelhos 2K ou Primário-Aparelho Epóxi 2K completamente curados, lixados e desengordurados Primário OEM (primário cataforese), lixado e desengordurado. Aço, aço galvanizado ou alumínio "macio", desengordurado, lixado e aplicado com primário, e repintado com um Aparelho 2K.																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Betume</th> <th colspan="2">Endurecedor</th> <th colspan="2">Diluyente</th> </tr> <tr> <th>Volume</th> <th>Peso</th> <th>Volume</th> <th>Peso</th> <th>Volume</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>100</td> <td>5</td> <td>3.6</td> <td>0 - 5%</td> <td>0 - 5%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">3508</td> <td colspan="2">9520</td> <td colspan="2">7690</td> </tr> </tbody> </table>	Betume		Endurecedor		Diluyente		Volume	Peso	Volume	Peso	Volume	Peso	100	100	5	3.6	0 - 5%	0 - 5%	3508		9520		7690	
Betume		Endurecedor		Diluyente																					
Volume	Peso	Volume	Peso	Volume	Peso																				
100	100	5	3.6	0 - 5%	0 - 5%																				
3508		9520		7690																					
	Tempo de vida da mistura a 20°C: 20 min - 30 min																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Bico da pistola</th> <th>Pressão de aplicação</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Compliant"</td> <td>2 - 2.5 mm</td> <td>2 - 3 bar</td> <td>pressão de entrada</td> </tr> </tbody> </table> <p>consultar instruções do fabricante</p>		Bico da pistola	Pressão de aplicação		"Compliant"	2 - 2.5 mm	2 - 3 bar	pressão de entrada																
	Bico da pistola	Pressão de aplicação																							
"Compliant"	2 - 2.5 mm	2 - 3 bar	pressão de entrada																						
	1 - 5 demãos sem intervalo para evaporação de solventes antes de estufar: 5 min - 10 min																								
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td></td> <td>9520</td> </tr> <tr> <td>20 °C</td> <td>2 h</td> </tr> <tr> <td>60 - 65 °C</td> <td>30 min - 35 min</td> </tr> </tbody> </table>		9520	20 °C	2 h	60 - 65 °C	30 min - 35 min																		
	9520																								
20 °C	2 h																								
60 - 65 °C	30 min - 35 min																								
	Indicação para equipamento IV de onda curta. 50% potência: 10 - 12 min																								
	1ª lixagem: P120 - P220. Lixagem final: P240 - P360																								
	Primário Primário aparelho Aparelho																								
Conforme COV	2004/42/II(b)(250) 250: O valor limite imposto pela UE para este produto (categoria de produto: IIB(b)) na forma pronta a usar, é no máximo de 250 g/l de COV. O conteúdo de COV para este produto pronto a usar é no máximo de 250 g/l.																								