



**João Miguel
da Silva Martins**

**Design de um Robô de Cozinha para a empresa
Flama: Processos participativos para otimização
da experiência do utilizador**



**João Miguel
da Silva Martins**

**Design de um Robô de Cozinha para a empresa
Flama: Processos participativos para otimização
da experiência do utilizador**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica da Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista, Professora Associada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e coorientação do Doutor António Manuel de Amaral Monteiro Ramos, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

o júri

Presidente

Prof. Doutor Gonçalo João Ribeiro Gomes
professor auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

Arguente

Prof. Jeremy Hugh Aston
professor adjunto da Escola Superior de Arte e Design

Arguente

Prof. Doutor Rui António da Silva Moreira
professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Orientador

Prof. Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista
professora associada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus pais, por me darem a liberdade de traçar o meu caminho e me apoiarem inquestionavelmente;

À minha família, que está sempre presente, nos bons e maus momentos;

Aos meus amigos, pela partilha e companheirismo ao longo dos diversos percursos palmilhados;

Aos meus orientadores, Doutora Teresa Franqueira e Doutor António Ramos, pela disponibilidade e apoio prestado;

À empresa Flama, pela oportunidade de desenvolver este projeto, em especial ao Romeu Cascais, pela prontidão e aconselhamento;

À instituição Design Factory Aveiro, em particular à Cátia e ao Raúl, que contribuíram para o crescimento deste trabalho, inculcando o seu conhecimento em momentos chave do projeto.

FLAMA



design factory aveiro
pci · creative science park

palavras-chave

eletrodomésticos, usabilidade, engenharia, *product sketching*, maquetização

resumo

Perante uma realidade de rápida evolução tecnológica, as marcas de eletrodomésticos são motivadas a atualizar a sua oferta de produtos para manter um nível competitivo face ao mercado. A presente dissertação de base projetual, propõem-se a desenhar um robô de cozinha para a empresa Flama. Com o objetivo de adicionar valor a um dos robôs que integram a gama de produtos da empresa, surge esta proposta de inovação através do design, com carácter incremental. Para garantir que a solução apresentada se centra nos utilizadores, a abordagem metodológica integrou ferramentas e processos participativos. Foram realizados testes de usabilidade ao longo do projeto, na fase de identificação das necessidades e no desenvolvimento de soluções. O desenvolvimento da proposta também tira partido de ferramentas de design de produto, nomeadamente do desenho manual e digital, modelação 3D e prototipagem física. O resultado reflete-se numa proposta de redesenho da unidade central e conjunto do copo, novo mecanismo de abertura da tampa e nova solução de pegas. O novo robô de cozinha é representativo do papel do design enquanto mediador de inovação centrada nos utilizadores, focando-se na melhoria da experiência e usabilidade do produto.

keywords

home appliances, usability, engineering, product sketching, model-making

abstract

Faced with a rapidly evolving reality, home appliances brands are motivated to upgrade their products' range, in order to maintain a competitive level within the market. The following project-based dissertation proposes to design a kitchen robot for the company Flama. Aiming to add value to one of the existing robots in the company's product catalogue, this proposal of innovation comes through incremental design. To ensure that the solution presented focuses on users, the methodological approach has integrated participatory tools and processes. Usability tests were carried out throughout the project, during both the phase of identification of needs and the phase of the development of solutions. The development of the proposal also relies on product design tools, namely manual and digital sketching, 3D modelling and physical prototyping. The result is reflected in a redesign of the central unit and cup assembly, new lid opening mechanism and new handle solution. The new kitchen robot is representative of design's role as a mediator of user-centered innovation, focusing on improving product experience and usability.

Índice

01. INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização	3
1.2 Metodologia	5
1.3 Estrutura do documento	7
02. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	11
2.1 História da cozinha	13
2.2 Evolução dos eletrodomésticos	17
2.3 Tendências	23
2.4 Definição de Robô de Cozinha	25
2.5 Caso da Thermomix	27
2.6 Benchmarking	29
2.7 Caracterização da empresa Flama	31
03. PROJETO	37
3.1 Metodologia projetual	39
3.2 Testes de usabilidade ao robô Cookii	41
3.2.1 Metodologia	42
3.2.2 Inquéritos	46
3.2.3 Conclusões	51
3.3 Análise do produto	53
3.3.1 Análise morfológica	54
3.3.2 Análise do robô Chef Express	56
3.3.3 Propostas de integração de sistemas	63
3.3.4 Conclusões	66
3.4 Project Brief	69
3.5 Desenvolvimento	71
3.6 Análise ergonómica e antropométrica	83
3.6.1 Variáveis do utilizador e do espaço	83
3.6.2 Pontos críticos de intervenção	87
3.6.3 Análise de pegas	88
3.7 Proposta final	101
3.7.1 Definição dimensional	101
3.7.2 Sistema de abertura da tampa	103
3.7.3 Desenvolvimento da proposta final	104
3.7.4 Representação foto-realista	116
04. CONCLUSÃO	127
4.1 Considerações finais	129
4.2 Trabalhos futuros	131
Bibliografia	133
Índice de figuras	137
Anexos	142

01

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Metodologia

1.3 Estrutura do documento

1.1 Contextualização

Problemática

A evolução tecnológica facilitou a otimização de processos, entre eles o fabrico e a preparação de refeições e alimentos. Existe um conhecimento cada vez maior sobre os benefícios de uma alimentação saudável, no entanto, a disponibilidade de tempo para cozinhar em casa reduziu. Com produtos e serviços acessíveis à distância de um toque, tem-se assistido à gradual substituição de refeições caseiras por comidas preparadas industrialmente. Os robôs de cozinha surgem numa tentativa de agilizar o processo e motivar as pessoas a confeccionar as suas próprias refeições, incentivando a adoção de hábitos alimentares mais saudáveis.

As empresas de eletrodomésticos enfrentam o desafio de competirem num mercado com cada vez mais soluções de auxílio à preparação de alimentos. A Flama, enquanto empresa de pequena escala, oferece dois robôs de cozinha na sua gama de produtos. Perante a rápida evolução do mercado, identificou a possibilidade de desenvolver um novo robô, mantendo-se a par da evolução tecnológica e a um nível competitivo, face à concorrência. Este trabalho surge nesse contexto, como uma oportunidade de oferecer aos utilizadores melhorias ao nível da usabilidade.

Objetivos

O desenvolvimento de uma proposta de um robô de cozinha para a empresa Flama é o foco deste projeto de dissertação. Pretende-se criar um produto acessível, capaz de satisfazer as necessidades diárias de forma simples e eficaz, reforçando a gama de produtos da empresa, e utilizando o robô *Cookii* como base para aplicação de um processo de inovação incremental. Devem ser incluídas novas soluções tecnológicas que permitam a atualização para o paradigma

atual. A fim de melhorar a experiência de utilização, serão aplicados princípios do design inclusivo, e também de co-design, incorporando os utilizadores ao longo do processo de desenvolvimento através de ferramentas participativas. Neste sentido, serão realizados testes de usabilidade ao robô *Cookii* e aplicadas ferramentas específicas, tais como a prototipagem, para a experimentação de formas em testes ergonómicos. O desenho, a modelação CAD e a execução de maquetas para testes formais são algumas das ferramentas cuja aplicação é esperada durante este processo. A proposta final deve refletir uma inovação através do design.

Motivação

O gosto pessoal pelo desenho evidenciou-se desde muito cedo; mais tarde, este gosto estendeu-se ao processo de desenvolvimento de produto. O robô de cozinha, enquanto eletrodoméstico que abrange todas as vertentes do processo de design de produto, permite aplicar grande parte das ferramentas e competências adquiridas ao longo do percurso académico. O privilégio de fundir o tecido académico com o industrial em contexto de desenvolvimento de projetos desta índole, tornam o processo mais enriquecedor, incentivando a troca de conhecimentos e consequente desenvolvimento de propostas melhor fundamentadas. Considerando todos os fatores, tornou-se praticamente impossível recusar este desafio.

1.2 Metodologia

A metodologia aplicada para o desenvolvimento deste projeto de dissertação baseou-se no *Double Diamond*. Desenvolvida pelo Design Council, em 2005, esta metodologia consiste na sistematização de quatro momentos do processo de design. O caráter iterativo desta metodologia, significa que os momentos não têm de acontecer numa linha cronológica perfeita, podem ser revisitados ao longo do processo (Design Council, 2007). Na figura 1 observa-se o esquema composto por dois diamantes, divididos a meio compondo as quatro fases que representam as etapas divergentes e convergentes do processo: *discover*, *define*, *develop* e *deliver*.

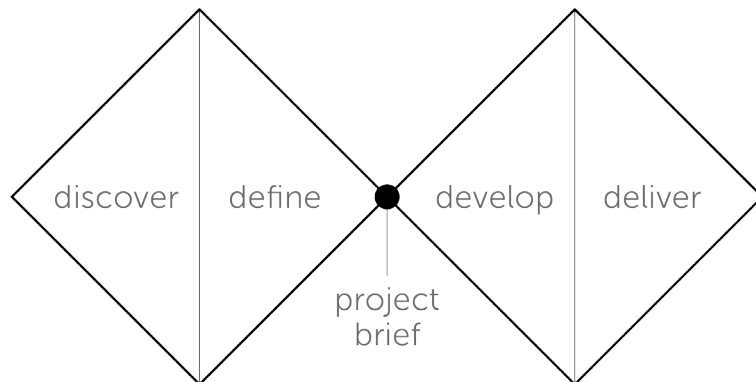


figura 1 Double Diamond

Discover

O primeiro momento do *Double Diamond* marca o início do projeto e representa uma fase divergente, a pesquisa sobre o tema/contexto de trabalho. No âmbito deste projeto, esta fase engloba o enquadramento teórico e ainda os testes de usabilidade em torno do robô Cookii. O objetivo passa por criar uma base de conhecimento que sustente as decisões no decorrer do desenvolvimento da proposta.

Define

A análise do produto acontece no segundo momento do *Double Diamond*, começando a convergir na análise das características do robô de cozinha e a definir alguns pressupostos, nomeadamente tecnológicos, morfológicos e de integração de sistemas.

PB

Após a pesquisa divergente e a análise convergente ao contexto e ao produto, torna-se possível definir um project brief que reúne os principais requisitos e pressupostos que vão conduzir o desenvolvimento da proposta final. Este ponto encontra-se exatamente no centro do gráfico e marca o início da fase de desenvolvimento.

Develop

No terceiro momento do *Double Diamond* há espaço para a exploração de soluções técnicas, funcionais e formais para responder ao brief previamente definido. A criatividade deve ser estimulada com o mínimo de barreiras possíveis, uma vez que nos encontramos numa fase divergente. Este momento englobou um conjunto de desenhos e explorações de forma através da elaboração de protótipos *lo-fi*, avaliações ergonómicas e antropométricas para permitir o desenvolvimento formal da proposta.

Deliver

A última fase da metodologia corresponde à definição formal da proposta, teste finais e introdução no mercado. Esta última fase ainda está a decorrer, no entanto, a descrição feita no terceiro capítulo, apresenta o processo de desenvolvimento da proposta final, seguido da sua representação técnica e comunicação visual.

1.3 Estrutura do documento

O presente documento está dividido em quatro capítulos principais; o primeiro – **01 Introdução** – pretende contextualizar o tema do trabalho e explicar a metodologia empregue. No segundo capítulo – **02 Enquadramento teórico** – realiza-se uma pesquisa em torno da evolução da cozinha e dos elementos que a compõem, nomeadamente os eletrodomésticos. A análise de tendências procura oportunidades de inovação adaptadas às novas realidades tecnológicas e exigências de mercado. Para melhor entendimento do conceito, define-se “Robô de Cozinha”, objeto de desenvolvimento deste projeto. Segue-se a análise da evolução do robô Thermomix, um caso de estudo que representa o produto líder do mercado dos robôs de cozinha. Com enfoque neste mercado, elabora-se uma tabela com os dados técnicos dos robôs concorrentes. Este capítulo termina com um enquadramento histórico da empresa Flama e caracterização da sua oferta de produtos e capacidade produtiva. A metodologia projetual aplicada ao terceiro capítulo – **03 Projeto** – é apresentada antes da descrição dos testes de usabilidade ao robô *Cookii*, cujo intuito é definir elementos a melhorar ao nível da usabilidade, analisando as dificuldades sentidas pelos utilizadores. Numa perspetiva técnica, a análise ao produto pretende explorar a morfologia e a integração dos componentes internos deste tipo de eletrodoméstico, recorrendo ao robô *Chef Express* como caso de estudo. Reunindo os principais requisitos e pressupostos do projeto, o *project brief* marca o ponto de partida para o desenvolvimento da proposta. Ocorrida durante o processo de desenvolvimento, a análise ergonómica explora as variáveis do utilizador e do espaço cozinha, identifica os elementos que carecem de melhorias

ao nível da ergonomia e recorre, uma vez mais, aos utilizadores para a execução de testes ergonómicos a um conjunto de pegas prototipadas. O desenvolvimento e posterior comunicação da proposta final equivalem ao fecho deste capítulo. Por fim, o quarto capítulo – **04 Conclusão** – reflete as principais considerações do projeto e sugere algumas possibilidades para dar seguimento a este trabalho.

02

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

- 2.1 História da cozinha
- 2.2 Evolução dos eletrodomésticos
- 2.3 Tendências
- 2.4 Definição de robô de cozinha
- 2.5 Caso da Thermomix
- 2.6 Benchmarking
- 2.7 Caracterização da empresa Flama

2.1 História da cozinha

O presente tópico serve de breve introdução ao passado da cozinha e à sua evolução até aos dias de hoje. O objetivo é ficar a conhecer melhor o espaço e os elementos que o compõem, bem como perceber as motivações sociais que influenciaram essa constante evolução. A pesquisa foi realizada por épocas temporais que representam momentos que marcaram a história da cozinha e se consideram relevantes para a elaboração desta dissertação.

“To study kitchen history is to examine, appreciate, and even celebrate the culture of domestic life. In all its diverse forms and functions, the kitchen is a space common to all people. It reflects the practical challenges posed by daily necessity, but also the human ingenuity and invention that creates and shares domestic culture” (Snodgrass, 2004).

Desde que o ser humano descobriu a capacidade de fazer fogo, num período pré-histórico, o ato de cozinhar tornou-se numa das necessidades básicas de sobrevivência. Mesmo nessa época em que a humanidade não possuía habitação fixa, cozinhar nunca foi uma atividade isolada. As famílias reuniam à volta da fogueira numa busca por calor, conforto e segurança. O estilo de vida originalmente nómade rapidamente se transformou em sedentário e a área de cozinhar era caracterizada por uma lareira. Este elemento marcava o centro da habitação dada a sua natureza multifuncional (Charytonowicz e Latala, 2011). Esta tipologia de habitação manteve-se inalterada durante milénios, especialmente em lares de famílias humildes.

Durante a idade média, nomeadamente a partir do século XIV, inicia-se um processo de divisão entre o espaço de habitar e o de cozinhar nas casas de famílias de alta sociedade. Estas famílias possuíam criados que lhes preparavam a comida, por isso surgiu a necessidade de os afastar para um espaço isolado. Outros fatores que motivaram este fenómeno foram a má higiene e o fumo produzido pela lareira (Baden-Powell, 2005). Nestes espaços eram ignoradas quaisquer questões estéticas, de usabilidade ou conforto por não se considerarem importantes.

Com o passar dos séculos e com o desenvolvimento de melhores sistemas de ventilação, a cozinha voltou a tornar-se o coração da casa onde a família se aquecia e preparava os alimentos. A casa Rundlet-May (1807) em Portsmouth, New Hampshire é um bom exemplar de residência de uma família de classe alta, destacando a cozinha (figura 2) que contém uma lareira fechada com exaustão de fumos através de uma chaminé, precursora do atual fogão de cozinha (Wolford e Cheever, 2015).

De acordo com a *Encyclopedia of Kitchen History* (Snodgrass, 2004), foi em meados do século XIX que surgiram os primeiros fogões domésticos (figura 3), em ferro fundido, destinados à preparação de alimentos. Estes já existiam, mas apenas com o propósito de aquecer o espaço e com dimensões bastante superiores. O seu aparecimento corresponde a um marco na história da cozinha por finalmente substituir a tradicional fogueira, utilizada desde os tempos pré-históricos. Apesar da evolução tecnológica sucedida até aos dias de hoje, o fogão continua a ser um equipamento indispensável em qualquer cozinha.

A ideia de uma cozinha bem desenhada e projetada surgiu na década de 1920, quando os armários *Hoosier* (figura 4) foram introduzidos no mercado. Até à data, a louça e os restantes equipamentos de cozinha eram arrumados em móveis abertos ou em prateleiras embutidas. Os armários *Hoosier* eram comercializados como sendo uma versão moderna do armazenamento de cozinha, pois ofereciam espaços específicos para armazenar alimentos e condensavam as áreas de trabalho numa única estação (Hiller, 2009). Posteriormente, várias empresas começaram a propor ideias de cozinhas



figura 2 Cozinha da casa Rundlet-May (1807)



figura 3 Cozinha da residência de James Ballantyne em Ontário, Canadá (1896)

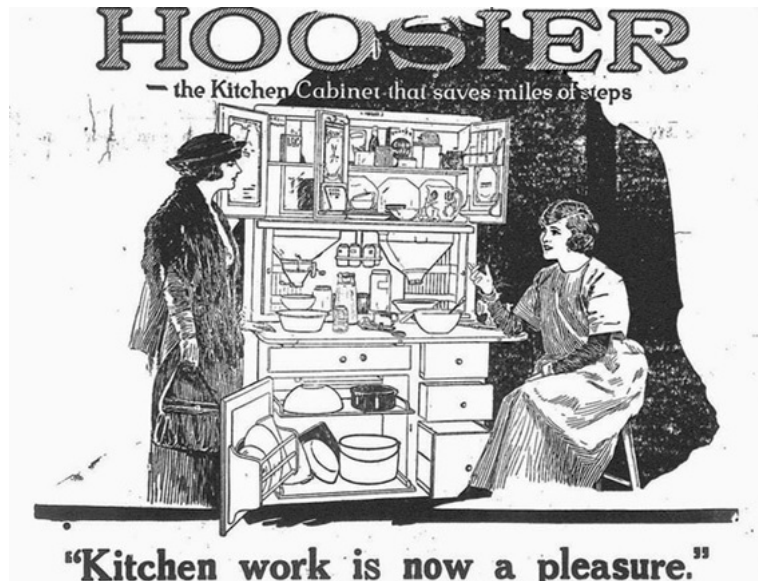


figura 4 Cartaz publicitário dos armários Hoosier



figura 5 Cozinha da casa "Das Haus am Horn" (1923)

integradas, projetadas para a máxima eficiência, desde a preparação dos alimentos à arrumação dos utensílios. Nesse mesmo período, surgia na Europa um novo modelo de cozinha associado à habitação low-cost, integrado no projeto da casa "Das Haus am Horn" que foi apresentado em 1923 pela *Bauhaus* (figura 5). Armários simples embutidos na parede e armários autoportantes abaixo que criavam um balcão contínuo, substituíam o uso mais habitual de unidades individuais. Muitas destas características foram implementadas no design racional de cozinhas nas décadas seguintes, introduzindo uma abordagem mais científica ao design, baseado na análise das tarefas domésticas (Raizman, 2003).

A partir da segunda metade do século XX, período pós segunda guerra mundial, o paradigma da cozinha ser um espaço isolado da casa e ser reservado às mulheres ou criados começa finalmente a mudar. Esta evolução de caráter social motiva o aparecimento de novas soluções de arrumação e de utensílios de cozinha, nomeadamente dos eletrodomésticos que ganham popularidade no mercado. O espaço cozinha sofre também alterações funcionais e ganha destaque na casa, tornando-se num centro multifuncional que reúne a família e promove o convívio social (Charytonowicz e Latala, 2011).

"Towards the end of the fifties, (...), the kitchen-space was a site of significant change. The form of the modern kitchen was being dictated more and more by the modernization, mechanization, and rationalization of the household (...)" (Spechtenhauser, 2006, pp. 45).

Atualmente, a cozinha é considerada mais um espaço de convívio do que um espaço de preparação de alimentos. *"It's primary role is now as a sociable space more than a center for food preparation, a trend that will only accelerate with the increase of pre-cooked and pre-prepared foods"* (Busch, 2004, pp. 48). A evolução da cozinha doméstica representa um processo contínuo e, por causa disso, está constantemente a sofrer alterações. É necessário continuar a explorar as questões de usabilidade, desde o layout do espaço ao desenho dos elementos que o compõem. É também necessário acompanhar o crescimento tecnológico, incorporando as mais recentes tecnologias ou, pelo menos, garantir que é possível incorporá-las neste espaço.

2.2 Evolução dos eletrodomésticos

O ambiente doméstico de hoje está repleto de aparelhos elétricos que prometem agilizar as tarefas diárias de higiene, descanso, lazer, entre outras. Desde frigoríficos, torradeiras, fogões, a máquinas de lavar roupa, estes aparelhos desempenham um papel fulcral na rotina diária de grande parte da população. Mas nem sempre foi assim (Arruda, 2009). Este tópico expõe algumas motivações sociais que estimularam o aparecimento dos eletrodomésticos no mercado, desde o momento em que a eletricidade começa a irromper na maioria das habitações particulares, até ao momento em que os eletrodomésticos se tornam equipamentos indispensáveis a nível global.



figura 6 Triturador de carne da marca Husqvarna (1900's)

Por volta do início do século vinte começa a surgir a iluminação pública, mas uma minoria de habitações eram eletrificadas. De acordo com Frank Trentmann (2012), apenas cinco por cento das casas americanas, no ano 1905, possuíam eletricidade; essa percentagem era ainda menor em outros países. A adoção foi relativamente lenta devido ao elevado custo da eletricidade e dos equipamentos de iluminação, nomeadamente das lâmpadas. O desenvolvimento e difusão dos eletrodomésticos aguardava a implementação da eletricidade nos lares. No entanto, os precursores dos eletrodomésticos eram utensílios que já exploravam a mecanização das tarefas domésticas através de sistemas acionados à mão ou ao pé, como é o exemplo do triturador de carne (figura 6) (Whitten e Whitten, 1990).

Os eletrodomésticos não foram aperfeiçoados até se desenvolver um mercado em massa que começou a surgir a

partir da década de 1920 nos Estados Unidos da América, e após a segunda guerra mundial (1945) na Europa. Segundo Trentmann (2012), a ordem de adoção dos principais eletrodomésticos foi, aproximadamente, a seguinte: aspirador (figura 7), fogão (figura 8), rádio, frigorífico (figura 9), televisão, congelador e por fim ar condicionado. Naturalmente, a par destes foram surgindo outros eletrodomésticos para desempenhar tarefas mais específicas.

O sucesso da globalização dos eletrodomésticos prende-se ao aumento de trabalho doméstico percebido neste período pós-guerra, devido a uma grande quebra no trabalho executado por criados. A pressão do trabalho recai então sobre as mulheres, que além de terem ficado encarregues de executar as tarefas domésticas, começam a arranjar emprego para ajudar a sustentar a família. Perante este panorama social, as empresas de eletrodomésticos identificaram a possibilidade de implementarem os seus produtos com a promessa de que estes são capazes de agilizar o trabalho doméstico, reduzindo o tempo e o esforço dedicado às respetivas tarefas (figura 10). Cowan (1983) aborda este assunto e defende a teoria de que os eletrodomésticos não são consequência da participação das mulheres no mercado de trabalho, mas sim catalisadores dessa participação. Ou seja, devido às facilidades proporcionadas pelos eletrodomésticos na execução das tarefas, mais mulheres foram motivadas a procurar emprego, uma vez que tinham mais energia e tempo disponível.

No início da década de 1960 houve um surto de vendas de eletrodomésticos para a cozinha. Apesar da popularidade adquirida desde a década de 1920, para a grande parte dos lares, os eletrodomésticos representavam um luxo, eram exageradamente caros e muito pouco eficientes em relação aos modelos modernos. Isto mudou significativamente neste período, os eletrodomésticos tornaram-se mais eficazes, mais portáteis e consideravelmente mais baratos, devido à sua produção em massa. Consequentemente, a ideia de exclusividade associada aos eletrodomésticos desapareceu e estes tornaram-se produtos de consumo em massa para todas as classes sociais (Spechthaus, 2006).



figura 7 Duster Model 200 by Hoover (1929)



figura 8 Moffat by Metters (1930)



figura 9 Monitor-top by General Electric (1933)

FOOD STORAGE WITHOUT WORRY OR WASTE

For safe, economical keeping of all foods, Westinghouse "Colder Cold" refrigeration automatically maintains five separate zones of cold—for milk and beverages; for meats; for fruits and vegetables; for general storage; and for frozen foods. Extra-rapid freezing in the exclusive "Colder Cold" Freeze Chest keeps all frozen foods safely frozen, free from the slight temperature variations that might mean dangerous thawing.

With the right temperature for every type of food, waste and worries are ended. And the famous Westinghouse "Economiser Mechanism" protected by the "Built-in Watchman" ensures the utmost in convenience, dependability and economy. There's a size . . . a model . . . a price . . . for every family.

SPARKLING CLEAN DISHES WITHOUT WETTING YOUR HANDS

If you're an average homemaker you wash 20,000 dirty dishes a year . . . spend seven hours a week at dishpan drudgery! Now you can be free of this tedious chore . . . and free from the "dishpan hands" that go with it! The Westinghouse Automatic Dishwasher will wash, double rinse and dry as much as a full dinner setting for eight . . . in one big load! And you don't even put your hands in water!

Best china and crystal are perfectly safe, because the dishes don't move . . . they're cleansed by powerful jets of scalding-hot detergent-charged water that do a more thorough, safer, more sparkling job than you could do with a dish towel.

COOKING WITHOUT WATCHING OR WAITING

More free time . . . fewer steps . . . whether you're cooking in the oven or on the surface! Let's look first at the oven. It's fully automatic, turns itself on and off at pre-set times. The Westinghouse "Miracle Sealed" Oven eliminates any chance of draughts and temperature variations . . . so no matter where you place the food in the oven you can depend on perfect cooking results.

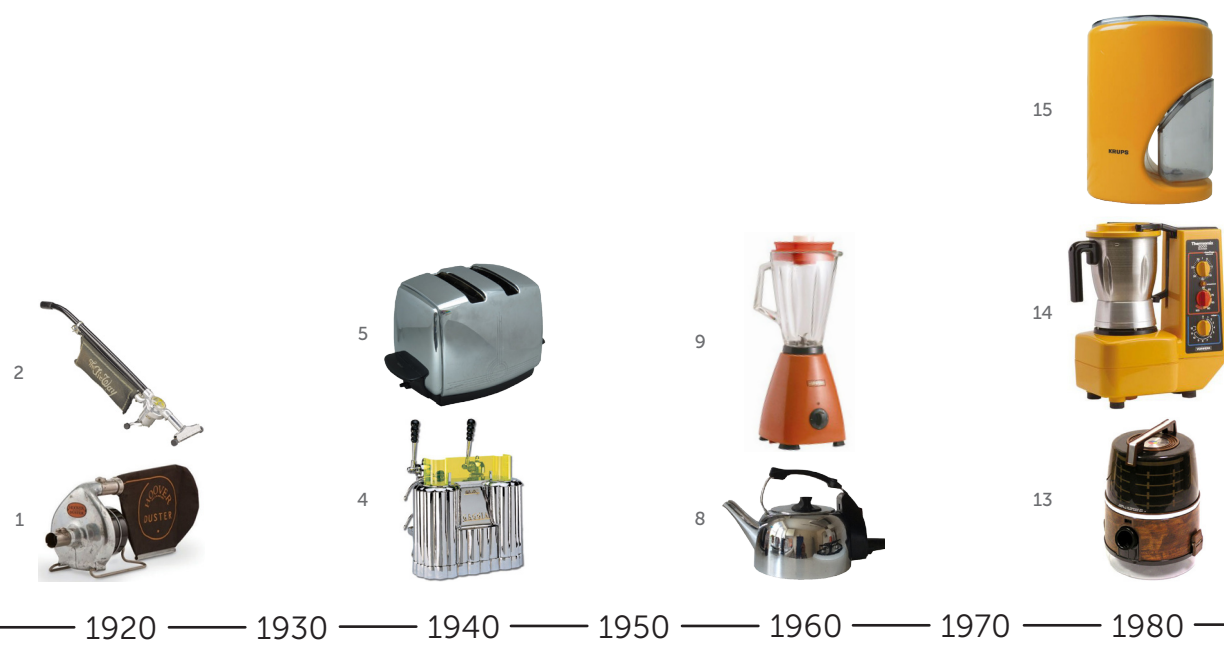
The cooking surface of the new Westinghouse Range has the world's fastest element. It gets red hot in thirty seconds, cooks eggs and bacon in just three minutes. Color-Glance controls light up, showing a different color for each of the five heats for each element . . . leaving no chance of mistakes.

FOR YOUR EVENING ENTERTAINMENT...
 "Westinghouse Presents"
 Radio: Sundays, 6 p.m., E.S.T.
 T.V. Mondays, Toronto Area 10 to 11 p.m., E.S.T.,
 Montreal Area 9 to 10 p.m., E.S.T.

YOU CAN BE SURE...IF IT'S
Westinghouse

3 Steps to Kitchen Freedom

figura 10 Cartaz publicitário da empresa Westinghouse (1952)

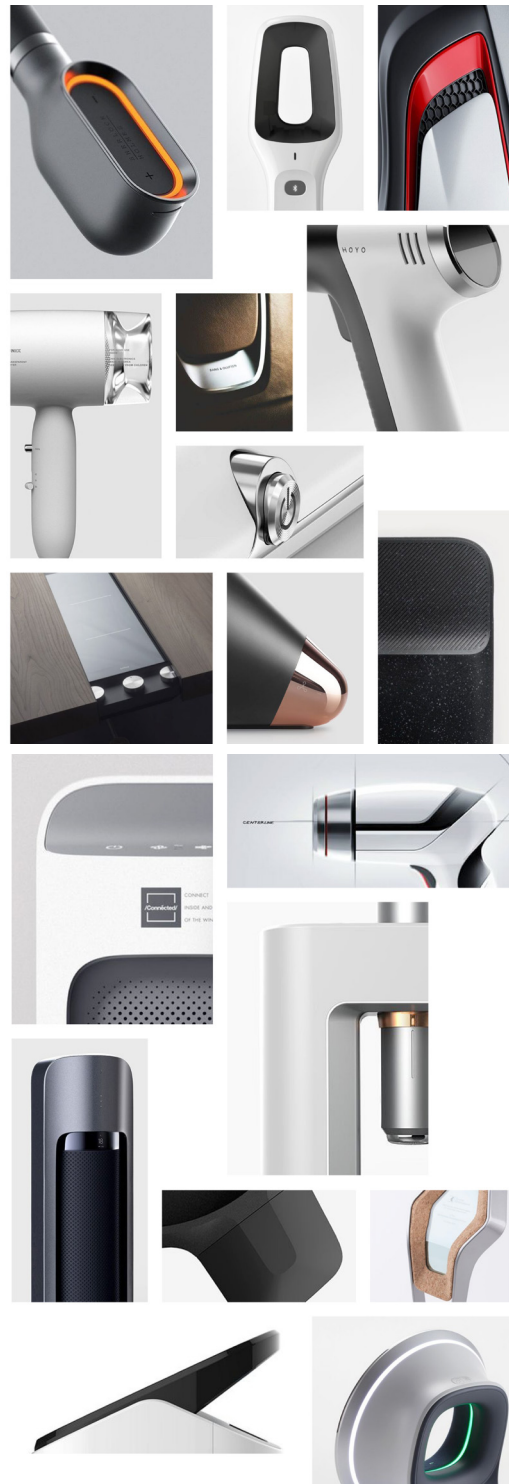


- 1 Hoover Duster Model 200 (1929)
- 2 Air-Way Sanitary System (1920)
- 3 KitchenAid Model K (1937)
- 4 Gaggia Classica (1948)
- 5 Sunbeam Model T-20 (1949)
- 6 Morphy Richards Iron (1950)
- 7 Braun KM3 (1957)
- 8 Russell Hobbs K2 (1960)
- 9 Vorwerk VKM5 (1961)
- 10 Vorwerk VM2000 (1971)
- 11 Mr. Coffee (1972)
- 12 Braun KF20 (1972)
- 13 Rainbow D3 (1980)
- 14 Thermomix TM3000 (1980)
- 15 Krups 223 (1983)
- 16 Dyson DA001 (1993)
- 17 Thermomix TM21 (1996)
- 18 Electrolux Trilobite (1997)
- 19 Rowenta Infinium (2001)
- 20 Thermomix TM31 (2004)
- 21 Panasonic NI-650 (2009)
- 22 Philips Chameleon (2010)
- 23 Thermomix TM5 (2014)
- 24 Kenwood Chef Sense (2017)
- 25 Quadro de detalhes (moodboard)

figura 11 Linha temporal da evolução dos eletrodomésticos



1990 — 2000 — 2010



Enquadrada na pesquisa em torno do surgimento e evolução dos eletrodomésticos, a *timeline* representada na figura 11, pretende organizar de forma cronológica, alguns eletrodomésticos representativos da época em que foram lançados para o mercado. Na medida do possível, analisaram-se produtos à escala da mão, ou seja, passíveis de serem manuseados, tal como um robô de cozinha. Foi feita uma recolha e seleção desde ferros de engomar a máquinas de café, com o objetivo de analisar e mapear visualmente a morfologia deste tipo de produtos, tentando identificar uma linguagem visual afeta a cada época. Até à década de 1940, os eletrodomésticos eram essencialmente compostos por peças metálicas, com o aparecimento dos plásticos, as marcas apostam na utilização de cores fortes para destacar os seus produtos. A partir do segundo milénio, a tendência para a utilização de cores neutras torna-se evidente, possibilitando a integração destes eletrodomésticos nos mais variados estilos de cozinha.

Na parte direita da figura, observa-se ainda um *moodboard*, criado com o objetivo de dar uma perspetiva sobre o futuro do design de eletrodomésticos, repleto de detalhes ao nível da forma, cores e materiais que podem enquadrar e inspirar o desenvolvimento da proposta final do presente trabalho.

2.3 Tendências

Internet das coisas (IoT)

O conceito de internet das coisas refere-se à conexão digital de objetos do quotidiano com a internet, que formam uma rede de produtos físicos capazes de reunir e transmitir dados entre si. *“The Internet of Things (IoT) is the network of physical objects accessed through the internet”* (Banafa, 2018). Marcas como a *Amazon Alexa* (figura 12) ou a *Google Nest* fizeram grandes avanços tecnológicos nos últimos anos, por criarem uma rede coerente de dispositivos ativados por voz, que compartilham dados entre si e que possuem elevadas capacidades preditivas. A possibilidade de interagir com um produto sem haver contacto físico, nomeadamente através do controlo por voz, representa uma característica atrativa que deve ser considerada no desenvolvimento de novos eletrodomésticos. Devido ao elevado número de equipamentos eletrónicos presentes na cozinha, a internet das coisas está a potenciar o desenvolvimento de aparelhos que tornam este espaço mais inteligente, desde sensores que sabem quando o fogão foi deixado ligado, a garfos que alertam o utilizador para desacelerar e saborear cada dentada. A marca *Samsung* lançou uma gama de frigoríficos inteligentes sob o nome de *Family Hub* (figura 13), que tiram partido de tecnologias *IoT* e que permitem, por exemplo, observar o conteúdo no seu interior através de um smartphone, fazendo uma gestão mais eficaz das mercearias.



figura 12 Família de aparelhos da Amazon Alexa



figura 13 Frigorífico Samsung Family Hub

“Time: it’s the only thing you can’t earn more of. In the past decade, more and more consumers are answering ‘yes’ to the question of whether it’s worth spending money to free up time” (Chen, 2018). Isto não se deve apenas ao facto de as pessoas terem cada vez menos tempo disponível, mas sim ao

Demanda pela conveniência

facto de a tecnologia ter evoluído no sentido de criar serviços e equipamentos a preços acessíveis à maior parte da população, que são capazes de reduzir o tempo e esforço dedicado a certas tarefas. Independentemente dos níveis de rendimento, as pessoas já não se sentem obrigadas a executar essas tarefas e a ideia de pagar por ajuda não é mais exclusiva a indivíduos com elevado poder de compra. Cada vez mais se entende que reduzir o stress e libertar o tempo são fatores cruciais para o aumento da qualidade de vida. O contributo do design de produto passa pela procura de oportunidades para automatizar, percebendo que tarefas do quotidiano podem ser simplificadas ou controladas por um produto ou serviço mais inteligente. É fundamental que a tecnologia implementada no produto se integre nos ecossistemas existentes.

Personalização

Nunca foi tão fácil personalizar produtos e experiências como agora. Parte do apelo diz respeito à função, uma vez que um produto personalizado satisfaz as necessidades específicas de cada pessoa de maneira mais completa e eficiente. Mas o sucesso destes produtos deve-se, essencialmente, ao aspeto emocional. A personalização é utilizada para construir uma conexão entre o consumidor e a marca, por oferecer ao consumidor algo único, que demonstra que a marca conhece e entende a sua individualidade melhor que ninguém. Os serviços digitais são, naturalmente, mais fáceis de personalizar, mas no âmbito do produto esta realidade torna-se cada vez mais possível através das novas tecnologias de prototipagem rápida, especialmente dos processos de manufatura aditiva. O conceito da modularidade deve ser considerado, por existir uma base comum a todas as unidades e apenas algumas partes serem escolhidas pelo utilizador. Este conceito é bastante explorado no mundo automóvel; o carro *Citroën C3* (figura 14) dispõe de dezenas de combinações possíveis para o aspeto exterior e interior, que variam em cores, materiais e texturas. Estas combinações são escolhidas pelo consumidor no momento de compra, garantindo que tem um produto único, feito à sua medida. *“Seek personalized offerings that reinforce your brand direction”* (Chen, 2018). É importante que a personalização oferecida não tenha um carácter disruptivo, devendo ser estrategicamente planeada para reforçar a identidade da marca.



figura 14 Citroën C3 (2019)

2.4 Definição de Robô de Cozinha

O conceito de robô de cozinha é relativamente recente e muitas pessoas não sabem realmente o que significa. Para melhor compreensão do seu significado e da sua associação subjetiva, cultural e emocional, procedeu-se a uma pesquisa em vários campos.

Segundo o Dicionário da Língua Portuguesa (2019), um robô é um “*mecanismo automático, (...), capaz de fazer movimentos e executar certos trabalhos em substituição do homem*”. A palavra tem origem do checo *robota* que significa trabalho penoso ou operário automático. Estas definições levam a entender que um robô desempenha um papel de substituição do homem na execução de tarefas físicas, reduzindo o cansaço e aumentando a produtividade. Explorou-se também o significado da palavra “cozinha” assumindo dois significados. O primeiro refere-se à cozinha enquanto espaço, o “*compartimento onde se preparam os alimentos e as refeições*” e o segundo caracteriza a cozinha enquanto arte de preparar os alimentos (Dicionário da Língua Portuguesa, 2019).

Para efeitos desta dissertação, considerou-se que um robô de cozinha é um eletrodoméstico que se situa no espaço da cozinha, capaz de executar a arte de preparar os alimentos de forma automática e com o objetivo de auxiliar o utilizador durante o processo.

2.5 Caso da Thermomix

Thermomix é o nome do robô de cozinha da *Vorwerk*, empresa alemã que comercializa eletrodomésticos e produtos cosméticos, cuja estratégia de negócio consiste na venda direta ao consumidor. O conceito de robô de cozinha surgiu no ano de 1961 com o lançamento da máquina *VKM 5* (figura 15) que já possuía sete funções, tais como mexer, cortar ou liquidificar. Com o objetivo de confeccionar sopas, a geração seguinte deste robô, lançada no ano 1971, incorporava resistências de aquecimento. O número de funções destes robôs continuou a aumentar ao longo dos anos e a popularidade também, especialmente na Europa. Atualmente, este robô é líder de mercado e encontra-se espalhado por milhões de cozinhas em todo o mundo. Em Portugal e Itália é conhecido como *Bimby*.



figura 15 Evolução cronológica da Thermomix

Desde o ano 2000, a *Bimby* era o único robô de cozinha à venda em Portugal, até que, em 2013, começaram a surgir diversas marcas concorrentes com produtos mais baratos que a sua última versão. Robôs como o *Chef Express* ou a *Yammi* procuram democratizar o mercado dos robôs de cozinha, oferecendo as mesmas funções e capacidades por valores

de aquisição bastante inferiores. Ao contrário do que seria de esperar, o surgimento de concorrência fez aumentar exponencialmente as vendas da *Bimby*, porque os consumidores adquiriram um melhor entendimento sobre o conceito de um robô de cozinha, e em comparação direta com a concorrência, acabavam por a preferir. Independentemente das qualidades do produto, o sucesso deste robô prende-se muito aos serviços complementares prestados pela marca. Desde os milhares de receitas (rigorosamente testadas e comprovadas) partilhadas na plataforma *Cookidoo* aos workshops de culinária em torno do produto, a *Vorwerk* conseguiu enraizar-se no mercado e tornar a *Bimby* a referência entre os robôs de cozinha (Freitas, 2018).

Analisando a evolução do robô *Thermomix*, notaram-se algumas semelhanças de design com os robôs de cozinha da Flama, demonstradas na figura 16. Este fenómeno é natural e comum a quase todos os robôs da concorrência; se a fórmula resulta para a *Thermomix*, também deve resultar para as outras marcas. O problema prende-se à distância temporal entre estes produtos, que comprova que os robôs da Flama merecem ser atualizados, tanto em termos tecnológicos como de design. Este fator motiva o desenvolvimento do presente projeto de dissertação.



figura 16 Comparação entre *Thermomix* e *Chef Express*

2.6 Benchmarking

O benchmarking é um processo utilizado para medir produtos, serviços ou práticas em relação à concorrência de determinado fabricante ou às empresas reconhecidas como líderes do setor de mercado. É, fundamentalmente, uma busca pelos melhores produtos ou práticas aplicadas que podem levar a um desempenho superior (Matousek, 1963). Este tópico diz respeito à análise de mercado dos robôs de cozinha ao nível funcional e técnico. O objetivo passa por documentar as especificações de cada produto, facilitando o processo de comparação e definição do posicionamento de mercado. *"Information on competing products must be gathered to support these positioning decisions"* (Ulrich e Eppinger, 2012). Para o efeito, criou-se uma tabela em *Excel* (anexo 1) em que a coluna horizontal contém, entre outros, os robôs representados na figura 17 e a coluna vertical contém as seguintes categorias de dados: características, funções, equipamento e dimensões.



figura 17 Fotomontagem dos robôs de cozinha concorrentes

2.7 Caracterização da empresa Flama

"The vast strides made by engineering in the past few decades are due primarily to close cooperation between scientists, designers, and production experts. The designer's role in this activity is to be an intermediary between scientific knowledge and the production side" (Matousek, 1963). Com base na afirmação anterior, constata-se a importância da ligação entre o design e a indústria, no sentido de desenvolver soluções ajustadas às capacidades produtivas da empresa com que se colabora. Neste âmbito, foi fundamental analisar a história da Flama, os produtos que comercializa e os respectivos processos de fabrico.

História

Sediada em Oliveira de Azeméis, o percurso da empresa remonta a 1979, nessa altura com a denominação A. Alves, Lda., pelo seu fundador, António Alves. Inicialmente, dedicava-se ao fabrico de louças metálicas em alumínio, mas em 1983 diversifica a área de negócios através da entrada no mercado de pequenos eletrodomésticos, com a produção de fritadeiras e grelhadores elétricos. Em 1986, uma nova fase comercial para a empresa é assinalada com investimento na investigação e desenvolvimento de novos produtos, dando início à produção de torradeiras, ferros de engomar e louça em aço inoxidável. A exportação dos seus produtos arranca no ano de 1988, não só com a marca Flama, mas também com outras marcas reconhecidas para as quais a empresa produz. Em 1996 acontece a passagem a sociedade anónima com a designação Flama, S.A. (figura 18), cuja atividade principal é a produção de pequenos eletrodomésticos e louças metálicas. A empresa aposta no desenvolvimento da marca Flama através de publicidade e da ampliação da rede



figura 18 Cartaz da Flama (1996)

de distribuição, consolidando a sua liderança no mercado português. Entretanto, a gama de produtos foi sendo alargada com o lançamento de novos modelos em várias categorias de pequenos eletrodomésticos, sendo que alguns se destacam pelo seu caráter inovador, como por exemplo: a máquina *Xpress*, uma máquina de cerveja de pressão doméstica desenvolvida em parceria com a *Super Bock*, ou a máquina de cozinhar *Cookii*, que surge em 2013 com o intuito de oferecer uma solução mais económica face à líder de mercado, *Bimby*. A Flama aposta no mercado dos grandes domésticos em 2016, com o lançamento de uma gama de fogões de livre instalação e de encastre.

Gama de produtos

Devido à extensão da gama de produtos da Flama, não serão mencionados todos os produtos que a empresa produz, apenas os mais relevantes. O primeiro nível de categorização da gama divide-se em pequenos domésticos e grandes domésticos. Na categoria de pequenos domésticos, estão incluídas as seguintes famílias de produtos: cozinha, cuidados do lar, climatização e acessórios. A família de produtos de cozinha é a que contém mais eletrodomésticos, desde micro-ondas, batedeiras, liquidificadoras, entre outras. É também nesta família que se encontram os dois robôs de cozinha que a Flama produz, a *Cookii* e a *Chef Express*. Ferros de engomar e aspiradores são alguns dos produtos da família de cuidados do lar, bem como radiadores e desumidificadores são da família de climatização. Ainda na categoria de pequenos domésticos podem-se encontrar louças metálicas tais como tachos ou frigideiras, que representam alguns dos produtos que a empresa produz desde a sua génese. Na categoria de grandes domésticos encontram-se fogões de livre instalação, fornos, placas a gás ou elétricas, exaustores e até micro-ondas de encastrar. Esta visão geral dá a noção do quão enraizada a Flama se encontra no mercado dos utensílios domésticos, com as mais diversas soluções que prometem acrescentar valor ao quotidiano doméstico dos seus clientes. A responsabilidade é acrescida quando se desenvolvem novos produtos para inserir numa gama tão vasta quanto esta.

Processos de fabrico



figura 19 Visita à fábrica (2018)

A capacidade produtiva da empresa estende-se aos seguintes processos: injeção de termoplásticos e termoendurecíveis, fabrico de moldes e ferramentas para injeção, estampagem, soldadura, polimento de peças metálicas, pintura eletrostática em pó, tratamento de superfícies por decapagem química ou mecânica, tampografia e serigrafia, marcação a laser e ainda possui linhas de montagem onde os produtos são assemblados e embalados. No âmbito de observar estes processos de fabrico e a dinâmica da fábrica, foi realizada uma visita à empresa, passando pelos vários departamentos e falando com os respetivos colaboradores. A figura 19 é uma fotografia tirada no dia da visita à fábrica, numa linha onde se procedia à montagem do copo do robô de cozinha *Chef Express*. Considerou-se importante realizar uma descrição dos dois principais processos de fabrico que dão forma a praticamente todos os produtos da empresa: a injeção de polímeros e a estampagem. O objetivo é ficar a compreender melhor estes processos e criar uma base de conhecimento que fundamente o desenho de novos produtos.

Injeção de polímeros

“No other process has changed product design more than injection molding. Injection molded products appear in every sector of product design (...)” (Ashby e Johnson, 2002, pp. 254). Este processo é bastante utilizado para a rápida produção de peças idênticas com tolerâncias apertadas. Grande parte dos produtos poliméricos presentes no nosso quotidiano são fabricados por este processo, tais como as carcaças da maior parte dos eletrodomésticos que a Flama produz. A necessidade de desenvolver moldes e ferramentas de alta precisão, faz com que este processo só faça sentido para produção em massa.

O processo inicia-se com a deposição de grânulos poliméricos na tremonha da máquina de injeção, podendo conter uma pequena percentagem de corante que vai conferir cor à peça. O material vai caindo num cilindro de aquecimento que contém uma rosca sem fim, responsável por comprimir e empurrar (injetar) o material, em estado viscoso, para o interior do molde através do bico de injeção. O molde é geralmente composto por duas metades, o macho e a cavidade, sendo que o espaço existente entre essas duas partes é preenchido pelo material no momento em que é injetado. A partir desse momento, o material demora entre 30 a 60 segundos para

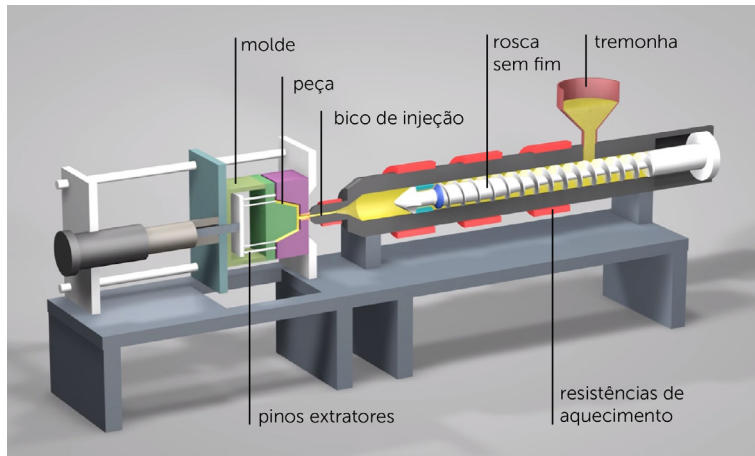


figura 20 Representação simplificada de uma máquina de injeção

solidificar. Para ejetar a peça, uma das metades do molde afasta-se e é aplicada força pelos pinos extratores que separam a peça da superfície do molde. A peça pode cair num contentor ou ser retirada por um braço robótico (Thompson, 2007). Na figura 20 observa-se uma representação simplificada de uma máquina de injeção de polímeros, com a identificação dos componentes referidos anteriormente.

“Designing for injection molding is a complex and demanding task that involves designers, polymer specialists, engineers, toolmakers and molders. Full collaboration by these experts will help realize the many benefits of this process” (Thompson, 2007). O facto de a Flama conseguir reunir a tecnologia e os especialistas acima referidos no mesmo espaço, justifica o sucesso e o constante crescimento da empresa, pois conseguem desenvolver produtos otimizados para produção através da colaboração destes membros.

Estampagem

A estampagem é um processo de conformação executado a frio em chapa metálica. É rápido, preciso e não reduz significativamente a espessura da chapa. Este processo é utilizado para produzir a maior parte das peças metálicas dos automóveis, desde portas, capô, mala, entre outros. O mercado dos eletrodomésticos também está repleto de partes metálicas estampadas e não é só nas suas carcaças, mas também no seu interior a conferir estrutura mecânica ou a segurar outros componentes. Voltando às origens da Flama, era através do processo de estampagem profunda que se produziam (e ainda produzem) as louças metálicas em alumínio, nomeadamente tachos e painéis.

O processo de estampagem decorre geralmente numa prensa hidráulica, que contém uma matriz e uma punção. A chapa é colocada entre essas duas ferramentas; seguidamente a punção é pressionada contra a matriz, de maneira a cortar ou conformar a chapa na geometria pretendida. Por fim, as partes afastam-se e a peça é retirada. No caso de peças que necessitem de várias iterações de conformação ou de corte, é executada a estampagem progressiva, que consiste numa série de matrizes e punções que trabalham em sequência à medida que a chapa vai avançando e ganhando forma. A maior parte destes sistemas são automatizados e bastante rápidos (Thompson, 2007). A figura 21 representa esquematicamente o processo de estampagem de chapas metálicas.

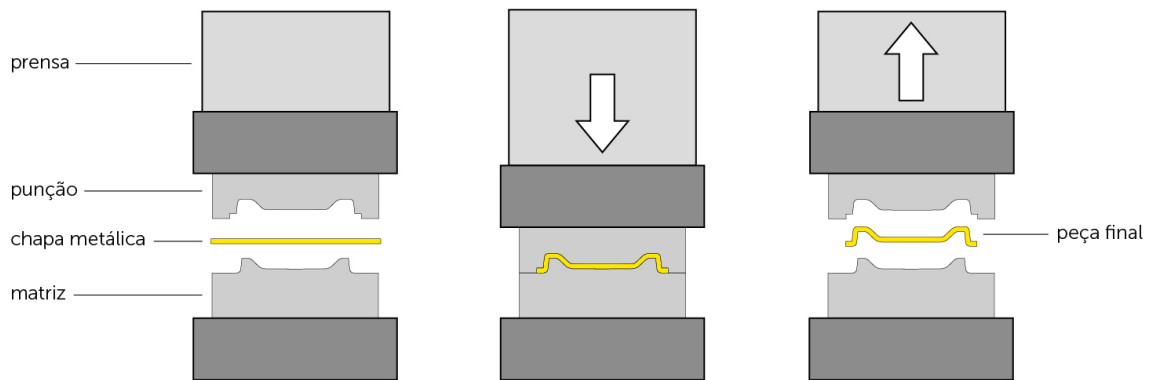


figura 21 Representação esquemática do processo de estampagem

03

PROJETO

- 3.1 Metodologia projetual
- 3.2 Testes de usabilidade ao robô Cookii
- 3.3 Análise do produto
- 3.4 Project Brief
- 3.5 Desenvolvimento
- 3.6 Análise ergonómica e antropométrica
- 3.7 Proposta final

3.1 Metodologia projetual

Segundo os objetivos mencionados na introdução, o projeto apresenta-se como uma inovação incremental ao robô *Cookii* da Flama, permitindo a atualização e otimização do produto existente. Como princípios projetuais, decidiu-se que seria importante o desenvolvimento da solução de acordo com o sugerido na metodologia *Double Diamond*, e adotar ferramentas participativas no decorrer do projeto.

Na primeira metade do *Diamond* (*discover and define*) foram utilizadas as ferramentas de pesquisa, destacando a análise ao robô *Chef Express* e os testes de usabilidade ao robô *Cookii*. As principais ferramentas aplicadas aos testes foram a observação direta e o preenchimento de inquéritos. Numa perspectiva técnica, a análise ao robô *Chef Express* permitiu aprofundar o conhecimento do produto e a definir a integração dos sistemas de componentes internos.

O Project Brief marca o fim da fase de pesquisa e o início da fase de desenvolvimento. Apesar de alguns pressupostos e requisitos terem sido fornecidos pela empresa, o Brief enumera outros provenientes do trabalho de investigação relativo à primeira metade do *Double Diamond*.

Na segunda metade do *Diamond* (*develop and deliver*) desenvolveu-se a proposta final. Na fase divergente, procedeu-se à exploração formal da unidade central do robô, tirando partido de ferramentas de design de produto, nomeadamente: desenho manual, desenho digital, prototipagem física através da execução de maquetas para validação de formas e dimensões, prototipagem virtual através de software

CAD e execução de imagens foto-realistas para efeitos de comunicação.

A análise ergonómica surge da necessidade de dimensionar a proposta com base na antropometria dos utilizadores e nas dimensões do espaço em que o produto se insere. Identificam-se os pontos críticos que afetam a usabilidade e ergonomia do produto, e que devem ser alvo de intervenção. Os métodos participativos voltam a surgir nesta fase na aplicação de testes ergonómicos a peças prototipadas.

Após realizar a definição dimensional de alguns elementos do robô e definir o sistema de abertura da tampa, surge o processo de desenvolvimento da forma final. As ferramentas mencionadas no desenvolvimento de forma voltam a ser utilizadas nesta fase convergente do projeto. Conclui-se o trabalho com a comunicação da proposta inserida em contexto de uso.

3.2 Testes de usabilidade ao robô Cookii

Para desenvolver um novo produto é necessário conhecer e compreender o contexto de uso. Para isso torna-se relevante integrar, no processo de descoberta, as pessoas que representam os atuais ou potenciais utilizadores desse produto. Ninguém as pode substituir (Dumas e Redish, 1999). Quando existe um foco no utilizador, ao invés do produto, torna-se possível perceber o que funciona, o que satisfaz, o que dificulta ou o que tem a capacidade de gerar frustração no utilizador. Foi por este motivo que se considerou imperativo realizar testes de usabilidade ao robô de cozinha *Cookii* da Flama.

"(...), usability testing is defined as any of those techniques in which users interact systematically with a product or system under controlled conditions, to perform a goal-oriented task in an applied scenario, and some behavioral data are collected" (Wichansky, 2000). Os testes de usabilidade devem especificar três elementos críticos: os utilizadores para os quais o produto está a ser desenhado, os objetivos da utilização do produto e o seu contexto de uso. O objetivo é medir a eficácia, eficiência e satisfação do utilizador. Entende-se eficácia como a capacidade para completar determinada tarefa e eficiência como a rapidez para a completar (Barnum, 2011).

Este tópico começa por descrever as condições reunidas para a realização dos testes de usabilidade, nomeadamente o produto usado como objeto de estudo e o espaço onde os testes foram realizados. De seguida faz a descrição da metodologia aplicada e explica o processo de seleção dos utilizadores e das receitas. Segue-se a explicação dos inquéritos

entregues aos utilizadores, bem como dos resultados obtidos. Por fim, elaboram-se as conclusões desta fase de testes de usabilidade, que representa uma grande parte do trabalho realizado no âmbito do projeto desta dissertação.

3.2.1 Metodologia

Para a realização dos testes de usabilidade, a empresa Flama cedeu o robô de cozinha *Cookii*. Este robô partilha partes com o robô *Chef Express* que já se encontra no mercado desde 2015, porém, conta com alterações que ainda se encontravam em fase de desenvolvimento. O objetivo era promover a colaboração entre o trabalho de investigação levado a cabo no contexto da dissertação e o trabalho de desenvolvimento levado a cabo pela empresa. Os resultados dos testes foram transmitidos à Flama, de modo a auxiliar o seu processo de desenvolvimento.



figura 22 Robô Cookii (esquerda) e robô Chef Express (direita) na cozinha da DFA

A maioria dos testes de usabilidade foram realizados na cozinha da Design Factory Aveiro (figura 22), um espaço experimental completamente equipado com os eletrodomésticos e utensílios necessários à sua realização. Este espaço está integrado no Parque de Ciência e Inovação de Ílhavo, o que permitiu envolver colaboradores das empresas residentes no Parque nos testes. Nos casos em que não era possível as pessoas deslocarem-se a este espaço, o robô era transportado para outro local mais conveniente. Barnum (2011) afirma que

é possível dividir os testes de usabilidade em duas categorias: testes formativos e testes sumativos. Os testes formativos aplicam-se enquanto o produto está a ser desenvolvido, com o objetivo de diagnosticar e resolver problemas. Geralmente baseia-se na realização de pequenos estudos, que vão sendo repetidos ao longo do desenvolvimento. Os testes sumativos acontecem após o produto estar finalizado, com o propósito de estabelecer uma base de métricas, ou verificar se o produto cumpre os requisitos. Os testes realizados foram de caráter formativo. Aconteceram em duas fases distintas, em que a primeira serviu para conhecer os principais problemas associados à utilização do robô e a segunda para validar (ou invalidar) esses mesmos problemas.



figura 23 Ingredientes dispostos na bancada



figura 24 Utilizador a descascar legumes



figura 25 Pesagem dos ingredientes



figura 26 Utilizador a programar o robô

Apesar de existir esta divisão por fases, todos os testes se processaram da mesma maneira. Inicialmente era feita uma explicação do funcionamento geral do robô e da aplicação móvel *Cookii*, que servia de apoio à confeção das receitas. Isto garantia a normalização do conhecimento, uma vez que os utilizadores partiam todos do mesmo ponto. Os ingredientes afetos a cada receita eram devidamente colocados na bancada (figura 23) e era pedido aos utilizadores que os preparassem como a receita indicava, como por exemplo, descascar legumes (figura 24) ou separar claras de ovo. Seguidamente, um cronómetro era acionado para registar o tempo até ao final da confeção.

Procedia-se a fase de interação com o robô, que geralmente iniciava-se com a pesagem dos ingredientes (figura 25) e a sua colocação dentro do copo. De seguida, programava-se a máquina através do painel de controlo (figura 26) para executar as funções indicadas na receita, tais como triturar os alimentos, aquecer, misturar, entre outras. A execução destas funções dependia do ajuste dos seguintes parâmetros: velocidade e direção de rotação das lâminas, temperatura e tempo de execução da tarefa. Entre tarefas, por vezes, era preciso passar o conteúdo de dentro do copo para um recipiente à parte, a fim de dar lugar a outros ingredientes que também necessitavam de ser processados.

Todos as peças e acessórios do robô *Cookii* podem ser lavados na máquina, mas a lavagem manual é uma fase importante do processo de utilização, pelo que deve ser execu-

tada pelos utilizadores inquiridos. Por conseguinte, foi pedido que no fim da confeção das receitas, os utilizadores lavassem todas as peças manualmente (figura 27).

Cada uma destas etapas foi registada por meio de fotografias ou vídeo, permitindo realizar uma pós-análise da postura do utilizador, dos movimentos executados ou outros dados relevantes. Foram anotadas as dificuldades que os utilizadores mencionavam verbalmente ou que eram percebidas visualmente, por mim, na parte de trás das folhas de inquérito. Estas folhas eram entregues no fim de cada teste e serviam o propósito de registar os dados pessoais dos inquiridos e registar as suas opiniões acerca da utilização do robô. O preenchimento dos inquéritos (figura 28) correspondia à última etapa dos testes de usabilidade.

Utilizadores

Na primeira fase foi possível reunir uma amostra de **14 pessoas** e na segunda fase uma amostra de **8 pessoas**, somando um total de **22 pessoas** inquiridas. Nem todos os testes aconteceram no mesmo dia, a maior parte foi acontecendo consoante a disponibilidade das pessoas. *“When you are planning a small study with five or six participants, you need to pick one subgroup of the user population, create a profile of this user, and make this the basis for recruiting participants for your study”* (Barnum, 2011, pp. 18). Foi por este motivo que se tentou abranger pessoas de várias idades, géneros, ocupação e escolaridade, como se pode verificar nos dados seguintes:

Género: 12 mulheres e 10 homens

Idades: entre os 12 e os 73 anos, média de 30 anos

Ocupação: 11 estudantes, 10 empregados e 1 reformado

Escolaridade: 3 mestres, 15 licenciados e 4 sem formação académica

Considerou-se relevante analisar os extremos das idades, para perceber como uma criança e uma pessoa idosa (correspondente à única pessoa reformada) interagem com o robô. Foram casos únicos, uma vez que a maior parte das pessoas rondavam os 30 anos. Não menos relevante foi perceber como o grau de escolaridade e a ocupação profissional influenciavam a forma de perceber o produto. Posteriormente, será realizada a descrição e análise das conclusões retiradas destes testes.



figura 27 Utilizador a lavar o copo manualmente



figura 28 Utilizador a preencher um inquérito

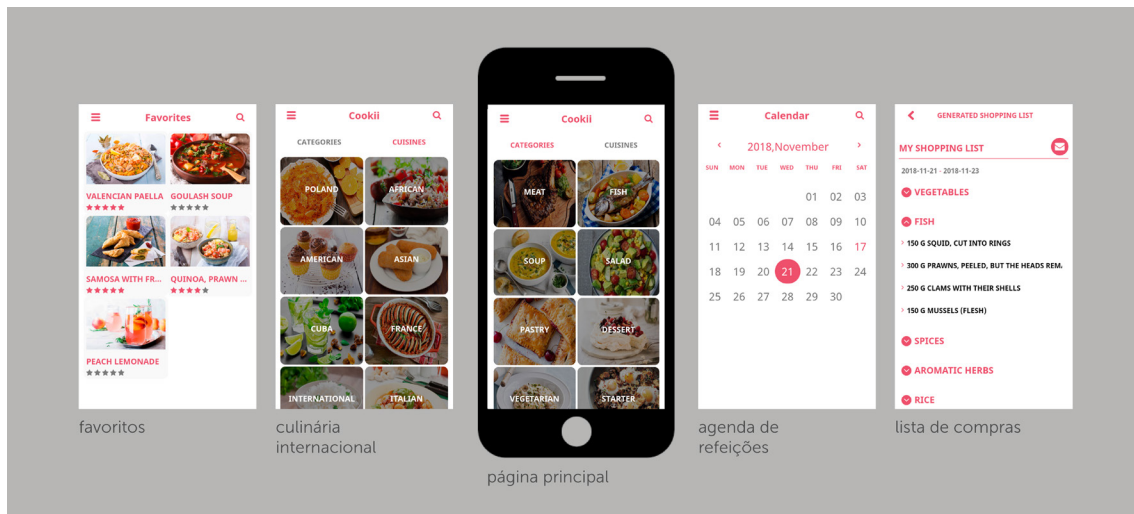


figura 29 Interface da App Cookii

Receitas

A Flama desenvolveu uma aplicação para *smartphone* denominada *App Cookii* (figura 29), com o objetivo de interagir com o novo robô *Cookii* que já conta com ligação *wireless* à internet. Através da aplicação é possível aceder a uma base de dados de receitas culinárias, devidamente categorizadas por tipos ou regiões geográficas. É possível organizar calendários com as refeições, criar listas de compras e listas de favoritos. Cada receita contém informações como a descrição dos ingredientes necessários, o tempo que demora a concluir a receita e a sua explicação passo-a-passo.

Foi através da aplicação *Cookii* que se determinaram as receitas a serem confeccionadas nos testes de usabilidade. Os critérios de seleção foram os seguintes: a receita fazer uso da maioria das funções do robô, a receita não depender de outros eletrodomésticos para confeccionar os alimentos (forno, por exemplo) e a receita ser algo que as pessoas pudessem levar consigo num recipiente, de forma a evitar desperdícios e a incentivar mais pessoas a participar nos testes. Além disso, houve a preocupação em garantir que as receitas agradavam à maior parte das pessoas. As receitas selecionadas foram creme de cenoura e mousse de chocolate. Os ingredientes são acessíveis e podem ser armazenados durante alguns dias sem se estragarem. Ambas as receitas podem ser comidas logo após a sua confeção e são facilmente armazenadas em recipientes para levar para casa. Nenhuma das receitas faz uso da vaporeira, pelo que este elemento não será considerado nos testes de usabilidade.

3.2.2 Inquéritos

A ferramenta utilizada para recolher a informação destes testes de usabilidade foi através do preenchimento de inquéritos (figura 30), por parte dos utilizadores. Como já foi referido, os testes aconteceram em duas fases distintas, sendo que cada fase contou com um inquérito diferente. Ambos continham uma zona destinada ao preenchimento dos dados pessoais do utilizador e uma zona para anotar o tempo de duração do teste. A parte de trás das folhas de inquérito estava reservada a anotações feitas por mim, cujo registo se considerava importante. A partir da análise destes dados retiram-se algumas relações capazes de auxiliar o processo de identificação das necessidades dos utilizadores.

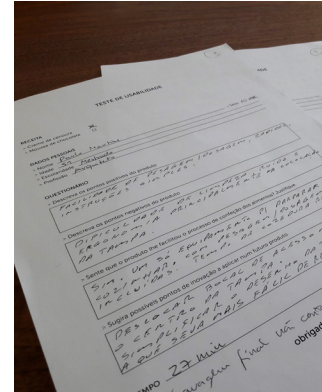


figura 30 Inquérito preenchido

Primeiro inquérito

O objetivo da primeira fase era ficar a conhecer melhor o funcionamento do robô, as principais dificuldades encontradas na sua utilização e as principais virtudes. Como tal, o primeiro inquérito (figura 31) continha apenas perguntas de resposta aberta, permitindo aos utilizadores expor tudo o que tinham em mente sem qualquer restrição. As primeiras duas perguntas focavam-se apenas na descrição dos pontos positivos e negativos; foi pedido às pessoas que tentassem responder em cerca de três tópicos, de forma a sintetizarem a informação ao máximo. Com a terceira pergunta tentava-se perceber se o utilizador sentia que o robô facilitava, de facto, o processo de confeção dos alimentos, bem como entender as razões que sustentavam essa resposta. No sentido de receber sugestões que auxiliassem o processo de desenvolvimento, a quarta e última pergunta pedia aos utilizadores que enumerassem alguns pontos de possível inovação a aplicar ao produto.

Concluídos os catorze testes de usabilidade concernentes à primeira fase, a informação recolhida através do preenchimento dos inquéritos foi devidamente tratada e analisada. Visto que as perguntas eram de resposta aberta, os utilizadores mencionavam alguns pontos comuns, mas escreviam de diferentes maneiras. Competiu-me o trabalho de interpretar cada uma das respostas e uniformizar a informação recolhida. Deste modo, foi possível quantificar os tópicos de cada pergunta, destacando os que contavam mais ocorrências. As respostas à terceira pergunta foram interpretadas em conjunto com as duas primeiras, pelo que não serão descritas isoladamente.

Os principais pontos positivos reportados pelos utilizadores foram os seguintes, por ordem decrescente:

- > facilidade de pesagem/dosagem
- > instruções simples
- > praticidade de utilização
- > rapidez de confeção
- > redução da quantidade de louça suja
- > incluir várias funções num só produto

Os principais pontos negativos foram os seguintes:

- > dificuldade de limpeza dos componentes
- > ruído e vibração
- > copo pesado
- > botão de desbloqueio da tampa
- > encaixe da tampa pouco intuitivo
- > receitas mal estruturadas
- > dificuldade em rapar o conteúdo

Os pontos de potencial inovação mais mencionados foram os seguintes:

- > ecrã tátil com aplicação integrada
- > programa de limpeza e secagem
- > tornar copo mais leve
- > incluir relógio no display
- > aspeto visual do produto

No momento da conclusão da primeira fase de testes, efetuou-se uma reunião com a empresa Flama a fim de mostrar os resultados obtidos até ao momento. A troca de informação ocorrida durante essa reunião revelou a mais-valia que é trabalhar em parceria. Pudemos trocar dados que auxiliavam o processo de desenvolvimento levado a cabo pela Flama e a empresa pôde esclarecer algumas dúvidas acerca do funcionamento do robô, bem como justificar as razões técnicas para alguns dos problemas mencionados pelos utilizadores.

TESTE DE USABILIDADE

RECEITA

> Creme de cenoura

> Mousse de chocolate

DADOS PESSOAIS

> Nome _____ > Sexo F M

> Idade _____

> Escolaridade _____

> Profissão _____

QUESTIONÁRIO

> Descreva os pontos positivos do produto

> Descreva os pontos negativos do produto

> Sente que o produto lhe facilitou o processo de confeção dos alimentos? Justifique.

> Sugira possíveis pontos de inovação a aplicar num futuro produto.

TEMPO _____

obrigado ;)

figura 31 Primeiro inquérito

Segundo inquérito

Se no primeiro inquérito o objetivo passava por conhecer melhor o robô e perceber os seus principais defeitos e virtudes, o segundo inquérito (figura 32) focava-se em validar ou anular as ocorrências do primeiro, evitando dispersar a informação. As perguntas de resposta fechada eram, na maioria, repostas sim/não, sendo que correspondem aos pontos mencionados nas conclusões do primeiro inquérito. Pelo meio existia uma pergunta de escolha múltipla em que se pedia aos utilizadores inquiridos para selecionar os componentes que tinham provocado maior dificuldade de lavar manualmente. Perto do final do inquérito, os utilizadores classificavam a ergonomia da pega do copo e o aspeto visual do produto através do preenchimento de círculos, avaliando de zero a cinco. A última pergunta é partilhada com o primeiro inquérito, porque sugestões de possível inovação são sempre consideradas como um bom contributo. Os dados deste inquérito foram, consideravelmente, mais objetivos e facilitaram a contabilização do número de ocorrências. Oito utilizadores participaram nestes testes. Após analisar os testes, percebeu-se que quase todos os pontos foram validados nesta fase. Nenhum dos pontos foi invalidado, contudo, os pontos abaixo descritos dividiram a opinião dos utilizadores:

- > 4 utilizadores consideraram apropriado utilizar o smartphone durante o processo de confeção, outros 4 acham que não;
- > 4 utilizadores consideraram o encaixe da tampa intuitivo, 1 acha que não e os restantes 3 ficaram divididos entre as duas opções;
- > 4 utilizadores consideraram o copo pesado, outros 4 acham que não;

Relativamente à pergunta sobre a lavagem dos componentes, todos os utilizadores responderam que sentiam dificuldade no processo de lavagem manual. Os componentes identificados como os mais difíceis de lavar foram, por ordem decrescente, os seguintes:

- > tampa
- > copo medidor
- > copo
- > lâminas
- > vedante

TESTE DE USABILIDADE

RECEITA

> Creme de cenoura

> Mousse de chocolate

DADOS PESSOAIS

> Nome _____ > Sexo F M

> Idade _____

> Escolaridade _____

> Profissão _____

QUESTIONÁRIO

> Sentiu que o produto lhe facilitou o processo de confeção dos alimentos? S N

> Sentiu dificuldade em seguir as instruções da receita? S N

> Considera pertinente utilizar uma app móvel? S N

> Acha apropriado utilizar o smartphone durante o processo de confeção? S N

> Sentiu dificuldade em lavar os componentes? S N

> ... se sim, quais?

copo

tampa

copo medidor

vedante

lâminas

espátula

borboleta

> O encaixe da tampa é intuitivo? S N

> O ruído e vibração da máquina em velocidades mais altas, é incómodo? S N

> A interface da máquina é de fácil compreensão e utilização? S N

> A espátula funciona bem? S N

> É fácil dosear/pesar os alimentos? S N

> Sentiu que o copo era muito pesado? S N

> Classifique a ergonomia da pega do copo. ○○○○○

> Classifique a aparência visual do produto. ○○○○○

> Sugira possíveis pontos de inovação a aplicar num futuro produto.

TEMPO _____

obrigado ;)

figura 32 Segundo inquérito

As médias obtidas em ambas as questões, em que se pedia para classificar a ergonomia da pega do copo e a aparência visual do produto, foram de 3 valores. Pode considerar-se um valor meramente satisfatório que deixa margem para melhorias.

Os pontos de potencial inovação que surgiram nesta fase foram semelhantes aos da primeira fase, apenas dois se destacaram dos demais:

- > incluir acessórios de limpeza
- > função de descongelar

3.2.3 Conclusões

Concretizados os vinte e dois testes de usabilidade, divididos entre duas fases, conseguimos reunir os dados mencionados e refletir sobre as considerações finais desta etapa. Neste momento, já se tinham identificado os principais pontos positivos e negativos da utilização do produto. Esses pontos encontravam-se quantificados, porém, não se encontravam categorizados. Posto isto, criou-se um sistema para categorizar os pontos positivos e negativos que consistia nas três categorias seguintes: produto, interface e utilização. A categoria de produto diz respeito aos pontos afetos ao desenho do produto e às soluções técnicas encontradas. A categoria de interface refere-se aos elementos através dos quais o utilizador interage com as funções do robô, que incluem o painel de controlo, display digital e aplicação móvel. Por fim, a categoria de utilização diz respeito à utilização geral do equipamento, sem mencionar um elemento específico do produto.

Os principais pontos positivos são os seguintes:

Utilização

- > facilidade de pesagem/dosagem
- > facilita processo de confeção

Interface

- > instruções simples
- > aplicação móvel
- > interface de fácil compreensão

Além de categorizar os pontos positivos e negativos, procurou-se identificar o tipo de utilizadores que mencionaram alguns destes pontos. No caso dos positivos, tentou-se perceber se os utilizadores que afirmaram que o robô facilitava o processo de confeção, possuíam, de facto, experiência de cozinha. Os 4 utilizadores que não tinham experiência culinária afirmaram que o robô facilitava o processo, e dos 18 utilizadores restantes que possuíam experiência, apenas 4 afirmaram o contrário.

Os principais pontos negativos são os seguintes:

Utilização

> difícil limpeza dos componentes

Produto

> ruído e vibração

> geometria e rigidez da espátula

> copo pesado

> botão da tampa

Dos utilizadores que se queixaram do peso do copo, 8 eram do sexo feminino e 2 do sexo masculino. Este resultado era expectável e, tendo em conta que a maior parte dos utilizadores do robô são mulheres, é fundamental investir na resolução deste problema, seja através da redução do peso do copo ou do desenho de pegas mais ergonómicas, capazes de dissipar a carga suportada pelo utilizador.

Podemos ainda referir que este processo de oscultação de utilizadores reveste-se de muita importância. Documentar este processo permite refletir sobre as aprendizagens adquiridas, para que possam ser aplicadas a futuros testes de usabilidade. Em Portugal existem poucas empresas capazes de realizar este tipo de testes aos seus produtos, a própria empresa Flama nunca o fez. Ter a oportunidade de reunir as condições necessárias (espaço, equipamento e utilizadores) à sua realização, reforça a importância deste tipo de parcerias entre o tecido industrial e o meio académico.

3.3 Análise do produto

Qualquer eletrodoméstico é constituído por diferentes sistemas de componentes e os robôs de cozinha não são exceção. Desde a rotação da lâmina de corte ao aquecimento do conteúdo, cada sistema corresponde a uma função específica, contribuindo para o funcionamento global do eletrodoméstico. A integração desses sistemas num só produto é uma tarefa complexa, tanto ao nível da engenharia como do design. É necessário assegurar que os diversos componentes são compatíveis entre si, que vão desempenhar corretamente as suas funções e não vão falhar a curto prazo. É também necessário organizá-los da forma mais conveniente. Neste aspeto, o papel da engenharia de sistemas é fundamental.

Decompor o robô de cozinha por sistemas e analisar cada um dos seus componentes corresponde a grande parte do trabalho descrito neste tópico. É necessário compreender as funções realizadas por cada sistema e perceber como essas determinam as especificações técnicas do produto final. De seguida, devem explorar-se novas soluções, conjugando os sistemas de formas alternativas às convencionais, na esperança de encontrar melhores resultados e diferenciar o produto da concorrência. Espera-se com isto melhorar a experiência do utilizador e tornar o processo de cozinhar mais entusiasmante. Por fim, será feita uma comparação entre as várias propostas, destacando as vantagens e desvantagens de cada uma. A partir deste desenvolvimento, será mais fácil desenhar o robô de cozinha, objeto de trabalho desta dissertação.

3.3.1 Análise morfológica

A análise morfológica surge da necessidade de categorizar os robôs analisados no tópico 2.6 – Benchmarking – em relação à geometria e funcionalidade de cada. *“Geometry embeds morphological and topological properties which are closely related to the designed functions and to the manufacturing plans (...)”* (Belaziz, Bouras e Brun, 2000). O objetivo passa por perceber de que forma as funções e especificações técnicas são afetadas pela morfologia do produto. Assim sendo, dividiram-se os robôs em quatro categorias. Na figura 33 observam-se quatro elementos destacados, devidamente identificados por cores. A unidade central diz respeito ao corpo principal do robô, que acolhe grande parte dos componentes elétricos. Os botões ou display são equivalentes ao painel de controlo, através do qual o utilizador interage com as diferentes funções do produto. O copo é o recipiente onde são colocados os alimentos e o eixo de rotação indica a zona onde são acoplados acessórios como as lâminas de corte.

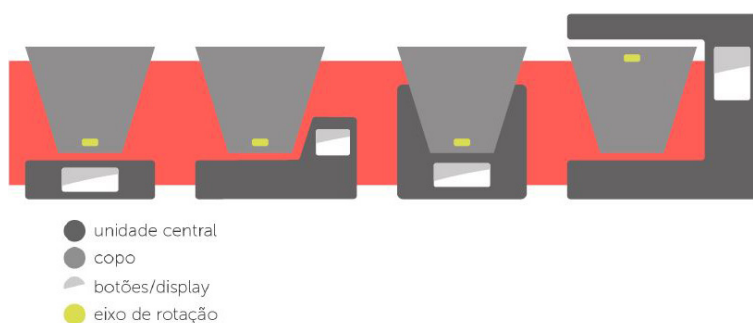


figura 33 Representação esquemática das morfologias

Consultando a tabela do benchmarking (anexo 1), foi possível comparar as diferentes morfologias com as especificações técnicas de cada robô e perceber se essa informação era coerente dentro de cada morfologia, ou se não existia qualquer tipo de relação. A conclusão retirada foi que a morfologia do robô não afeta significativamente as suas especificações. Contudo, as questões ergonómicas e de usabilidade já se consideram mais relevantes e são bastante afetadas pela disposição dos componentes.

A primeira morfologia, representada na figura 34 através de três exemplos de robôs de cozinha que nela se incluem, caracteriza-se por ser mais compacta que todas as outras, com uma unidade central baixa, que não abraça o copo. Esta falta de suporte traduz-se em pouca estabilidade e ergonomia.



figura 34 Primeira morfologia

O mesmo se passa com a segunda morfologia representada na figura 35, apesar de esta ser mais fácil de utilizar que a anterior por ter mais espaço para o painel de controlo que possui botões e display maiores. Peca, porém, por ser mais volumosa e, conseqüentemente, ocupar mais espaço na bancada da cozinha.



figura 35 Segunda morfologia

Na terceira morfologia (figura 36) inclui-se a famosa *Bimby*, líder no mercado dos robôs de cozinha. Não é de estranhar que esta seja a categoria que reúne as melhores características. A unidade central envolve o copo, estabilizando-o em rotações altas e conferindo uma melhor usabilidade ao produto, uma vez que essa geometria ajuda a orientar o copo para o sítio no momento da sua colocação.



figura 36 Terceira morfologia



figura 37 Quarta morfologia

A quarta e última morfologia (figura 37) é característica da marca *Kenwood* e faz uma referência visual à forma de uma batedeira automática. A grande vantagem destes robôs é a possibilidade de acoplar inúmeros acessórios como trituradores de carne, espremedores de sumo, entre outros. O facto de ter o eixo de rotação das lâminas na parte superior aumenta bastante a estabilidade e reduz o peso do copo, mas dificulta a colocação dos alimentos e torna o produto mais complexo que a concorrência. O espaço é também um problema para estes robôs, que além de serem grandes, necessitam de espaço para abrir a parte superior e para encaixar os acessórios.

3.3.2 Análise do robô Chef Express

Tendo em conta que este projeto de dissertação foi desenvolvido em colaboração com a Flama, a empresa cedeu um robô de cozinha para ser analisado e testado. Este robô chama-se *Chef Express* e inclui-se na terceira morfologia, representada na figura 36. É de gama baixa, mas possui as principais funções que são comuns a este tipo de produtos. O ideal seria testar todos os robôs de cozinha existentes no mercado, mas não sendo possível, este não deixa de ser um ótimo caso de estudo.

Primeiramente, será feita uma identificação das peças e acessórios que o compõem, relacionando-as com as funções desempenhadas pelo produto e com os processos de fabrico de cada uma delas. O objetivo desta fase é aprofundar o conhecimento sobre a arquitetura dos robôs de cozinha, desde a produção das peças ao seu contributo para a utilização global da máquina. De seguida, será feita uma análise aos componentes internos, procurando perceber o seu funcionamento e recolher as dimensões gerais de cada um.

Peças e acessórios

Na figura 38 encontra-se representada uma vista explodida das peças e acessórios da máquina, devidamente identificados e numerados. A unidade central é a parte principal do robô, abrange praticamente todos os componentes elétricos e mecânicos e serve de suporte às restantes peças; está apoiada sobre quatro pontos, com ventosas que agarram à superfície por sucção. Contém também o painel de controlo, através do qual o utilizador consegue controlar o sentido e velocidade de rotação das lâminas, a temperatura no interior do copo, a função balança e o temporizador, que controla o tempo de cada operação. O copo é colocado sobre a unidade central e fechado com a tampa, que contém o vedante de borracha que garante um bom isolamento. O copo medidor, além de medir capacidade, também tapa o orifício presente no centro da tampa, através do qual é possível introduzir líquidos ou alimentos para o interior do copo. A vaporeira representa um conjunto de dois tabuleiros com uma tampa, utilizados para cozer alimentos a vapor. O robô só funciona com a lâmina, que pode rodar nos dois sentidos consoante a operação. A borboleta é pousada em cima das lâminas, quando necessário, e a espátula serve apenas para ajudar a misturar o conteúdo ou para retirá-lo do copo. O cabo que liga à tomada de 230V CA não possui enrolador.



figura 38 Vista explodida do robô Chef Express

São muitas as funções desempenhadas pelo robô de cozinha, tais como amassar, pulverizar ou cozer, sendo que para todas elas são requeridos a unidade central, o copo, a tampa e as lâminas. O cesto e a vaporeira são utilizados para cozer alimentos a vapor. A borboleta é colocada sobre as lâminas para bater ou para emulsionar. A espátula é fundamental no processo de triturar alimentos, para rapar as paredes do copo e concentrar o conteúdo junto às lâminas. Em operações de cozedura ou de mistura, a lâmina inverte o sentido de rotação e assim já não corta os alimentos, apenas os envolve lentamente. Para pesar os alimentos, basta clicar no botão da função e colocar peso em cima da máquina. Não precisa de ser no interior do copo, uma vez que os apoios da balança se situam nos próprios pés da unidade central.

Para identificar e perceber os processos de fabrico, foi realizada uma visita à empresa Flama, onde produzem praticamente todas as peças deste robô de cozinha. O processo de injeção de termoplásticos é comum a todas as peças apresentadas na vista explodida da figura 38; mesmo as peças maioritariamente metálicas, como é o caso do copo e das lâminas, passam por um processo de montagem onde são acrescentadas partes plásticas. Nessas duas peças, o processo de conformação utilizado é a estampagem de chapa metálica, passando de seguida por processos de soldadura, polimento e marcação a laser, no caso do copo. A tampografia e serigrafia são processos decorativos aplicados na superfície frontal da unidade central. A montagem representa a última etapa do fabrico do robô; os componentes internos são montados dentro da unidade central, o tabuleiro de baixo da vaporeira contém várias peças plásticas que são assembladas nessa fase e a pega da tampa da vaporeira é unida à tampa.

Componentes internos

Segue-se a desmontagem da carcaça da unidade central, desapertando apenas alguns parafusos auto-roscantes, com o fim de descobrir e analisar os componentes internos da máquina. Pode observar-se o seu aspeto interior na figura 39. Logo à partida, é possível afirmar que existem muitas zonas de espaço aberto e que os componentes não estão muito compactados. Identifica-se facilmente um motor montado na vertical e uma placa de circuitos na parte traseira. A carcaça polimérica é dotada de uma geometria simples, desprovida de reforços estruturais visíveis. Além da análise aos componentes

internos, foi realizada uma modelação simplificada de cada um desses, não só para ficar com o registo dimensional em CAD, mas também para auxiliar o processo criativo onde os componentes serão dispostos de maneiras alternativas, com o objetivo de encontrar melhores soluções que as atuais.

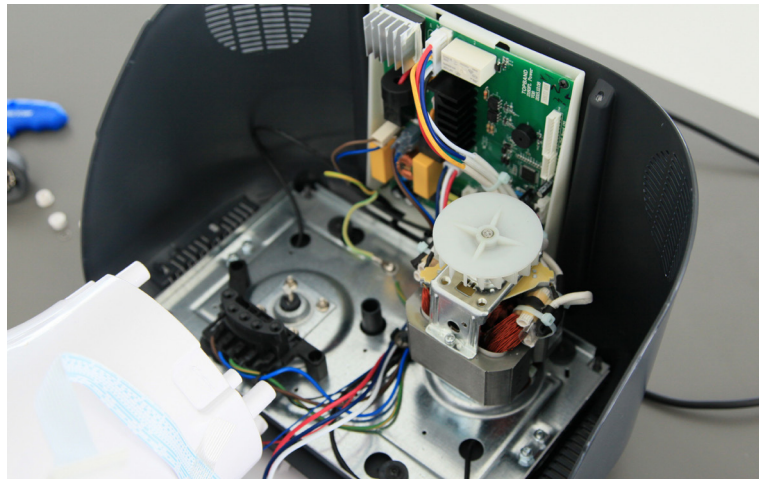


figura 39 Robô desmontado

O motor que equipa este robô (figura 40) funciona por corrente alternada de 230V, pelo que não necessita de um transformador de corrente, liga-se diretamente a uma tomada comum. Este elemento é responsável por transformar energia elétrica em mecânica, que é depois transmitida para o eixo de rotação das lâminas através de uma correia dentada. Por estar montado verticalmente, simplifica bastante o sistema de transmissão. A empresa Flama definiu como requisito que o novo robô, a ser desenvolvido, deverá equipar um motor igual a este.

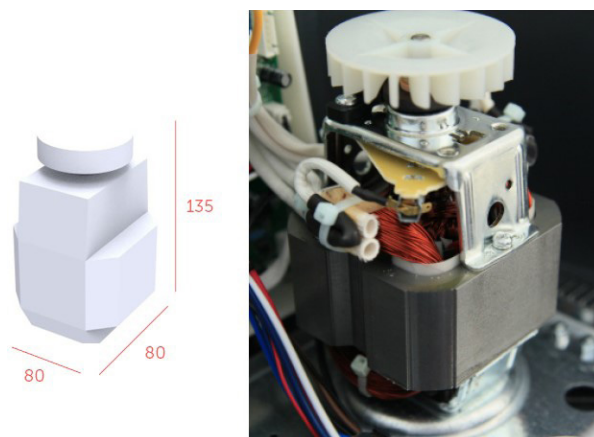


figura 40 Motor

O sistema de transmissão (figura 41) funciona através de duas rodas dentadas e uma correia. A roda menor pertence ao motor e gira a mais rotações por minuto que a roda do eixo de rotação das lâminas, que por ser maior, gira mais devagar que a outra. Por se tratar de uma correia de borracha, a transmissão torna-se mais flexível e diminui o risco de danificar o motor. Este conjunto localiza-se na parte inferior da máquina e está separado dos restantes componentes internos, protegendo-os de um possível rompimento da correia.

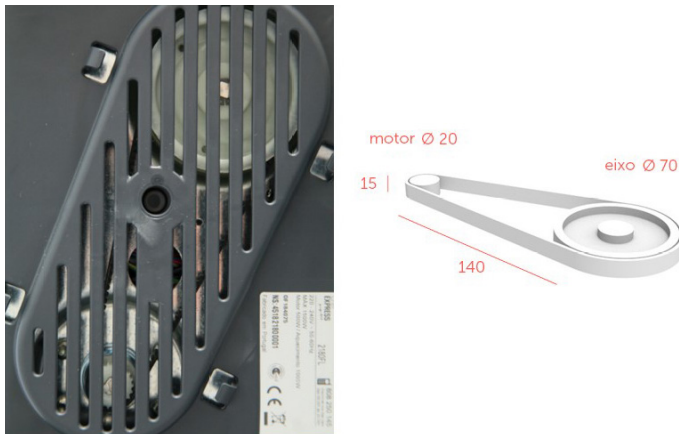


figura 41 Transmissão

Os seguintes componentes representados na figura 42 são o eixo de rotação e a peça de ligação aos pinos do copo. Esses pinos localizam-se na parte inferior do copo. Três deles servem para transmitir energia às resistências de aquecimento, também localizadas no interior do copo, outro para fazer a ligação ao sensor de temperatura e outro para o sensor que deteta se o copo está colocado no sítio. A ligação entre o eixo de rotação e as lâminas é mecânica.

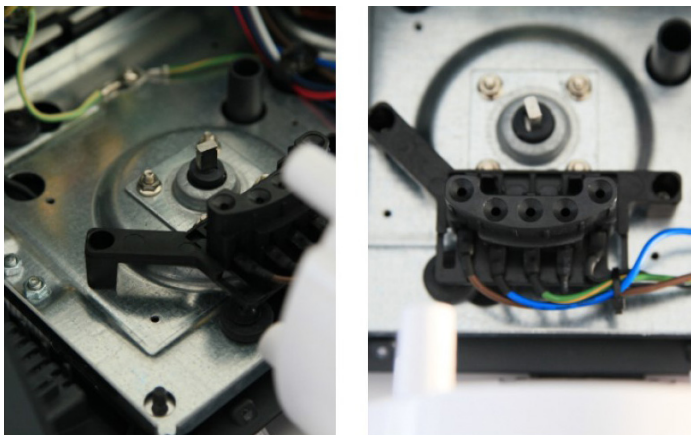


figura 42 Eixo de rotação e ligações dos pinos

“Atualmente, existem três tipos de placas: placas cujos componentes estão apenas ligados a uma das superfícies da placa; placas com ligações nas duas superfícies (*double-sided*) e, por último as placas mais avançadas, as multicamada que consistem na sobreposição de diversas camadas condutoras” (Abrantes, 2009). Este robô está equipado com uma placa de circuitos impressos com ligações apenas num dos lados, apresentada na figura 43. As dimensões deste componente não são fixas, podem ser diferentes num novo produto. A placa encontra-se na parte de trás da máquina, por exigir uma superfície plana para se apoiar.

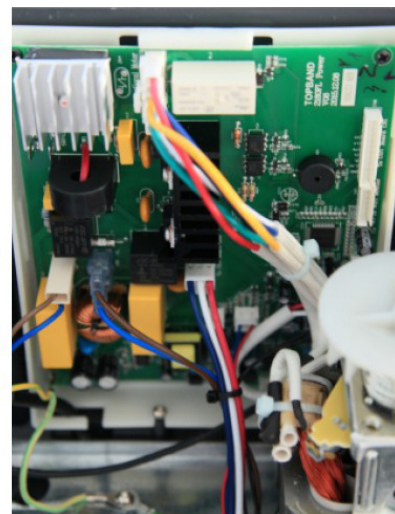
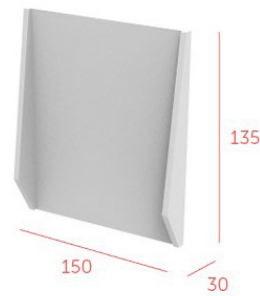


figura 43 Placa de circuitos impressos

A balança, representada na figura 44, situa-se na parte inferior da unidade central da máquina. Esta utiliza quatro pontos de apoio situados nos pés na unidade. Este facto traduz-se na possibilidade de poder aplicar carga por toda a máquina, ou seja, não necessita de ser dentro do copo. O equilíbrio entre os quatro pontos de apoio determina o peso suportado, que é exibido no *display* do painel de controlo. A balança só tem capacidade para pesar até um limite de três quilogramas.

O painel de controlo (figura 45) está ancorado à parte frontal da carcaça da unidade central. Este componente foi especificamente desenhado para este produto. Possui dois botões rotativos para controlar as velocidades e temperatura, um botão para ligar/desligar, um para ativar a balança, outro para inverter o sentido de rotação das lâminas e ainda dois

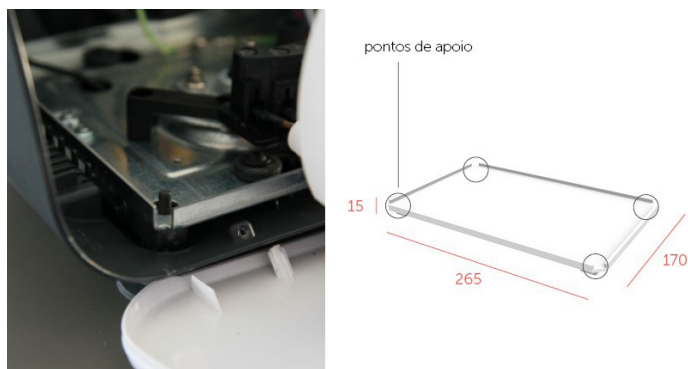


figura 44 Balança

para controlar o temporizador. Inclui também um display digital para exibir a informação de funcionamento. Analisando as tendências de mercado atuais, é provável que este tipo de painel analógico seja substituído por sistemas mais avançados tecnologicamente, por exemplo, por ecrãs táteis, sensores de movimento ou comandos ativados por voz.

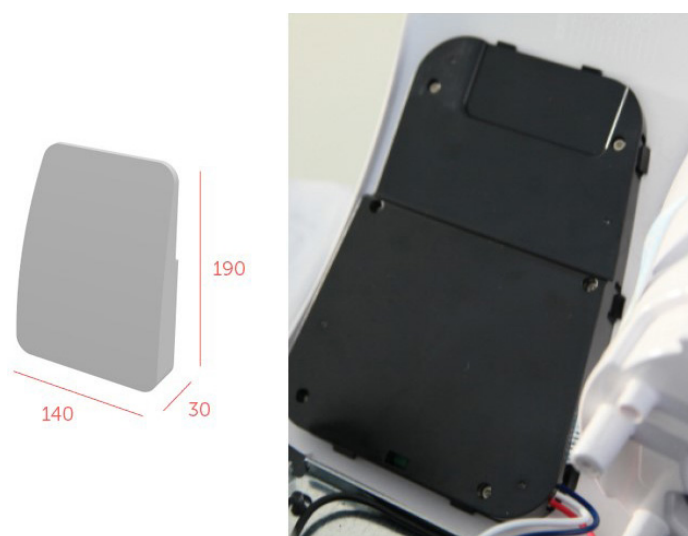


figura 45 Painel de controlo

Conclui-se assim, a análise aos principais componentes internos do robô de cozinha. Esta fase foi fundamental para entender melhor a arquitetura interna deste tipo de produtos, criando uma base de conhecimento que vai auxiliar o processo de desenvolvimento. De todos os componentes, o painel de controlo é o mais propício a ser inovado, ao contrário do motor ou do eixo de rotação por se tratar de componentes normalizados. A balança e a placa de circuitos podem sofrer alterações geométricas para se adaptarem a um novo desenho sem prejudicar o seu desempenho.

3.3.3 Propostas de integração de sistemas

A integração dos sistemas estudados corresponde à última fase deste tópico. O objetivo passa por criar arquiteturas de produto que sirvam de base ao desenho do novo robô de cozinha. As propostas devem ser inovadoras, mas também de fácil aplicação; contudo, a inovação aplicada não deve encarecer em demasia a sua produção. Tendo isto em conta, foram desenvolvidas propostas baseadas nos componentes internos estudados acima, dispendo-os em novas posições, a fim de encontrar morfologias mais vantajosas que as quatro representadas na figura 33.

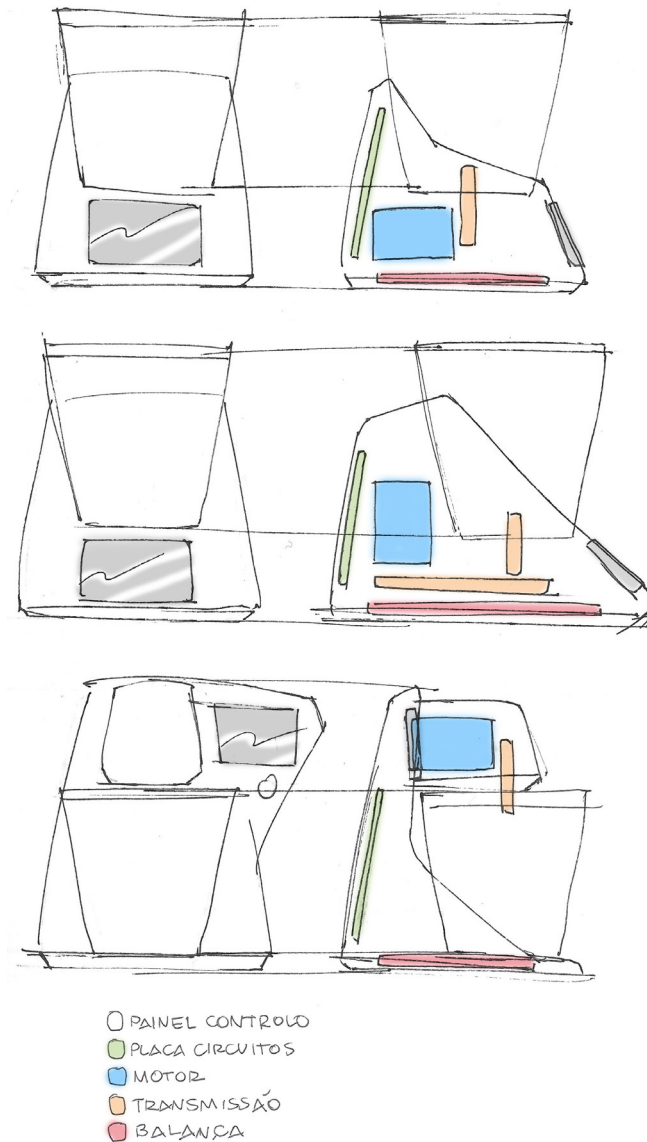


figura 46 Placa de circuitos impressos

De todas as propostas idealizadas, selecionaram-se as três principais que valem a pena analisar neste trabalho. Essas propostas são apresentadas na figura 46 em forma de esboço manual. Estes esboços representam uma vista frontal e uma vista lateral para cada solução, para se compreender melhor a geometria e posição dos componentes. Os componentes estão devidamente coloridos segundo o esquema de cores definido na zona inferior da figura. Por exemplo, a cor verde está associada à placa de circuitos e a cor azul ao motor. Os componentes internos apenas foram desenhados nas vistas laterais por questões de legibilidade. É importante destacar que o desenho do robô não é o foco desta fase, é meramente ilustrativo e o importante a reter é a disposição dos componentes.

A primeira solução enquadra-se na terceira morfologia representada na figura 36. Caracteriza-se por ter o copo envolvido pela unidade central, proporcionando mais estabilidade ao copo e melhorando a ergonomia do produto. Nesta proposta consegue-se reduzir bastante as dimensões gerais ao deitar o motor na horizontal, como se pode observar na figura 47. Esta posição do motor permite baixar a altura do copo, em comparação com uma solução que tivesse o copo na vertical diretamente por baixo do copo.

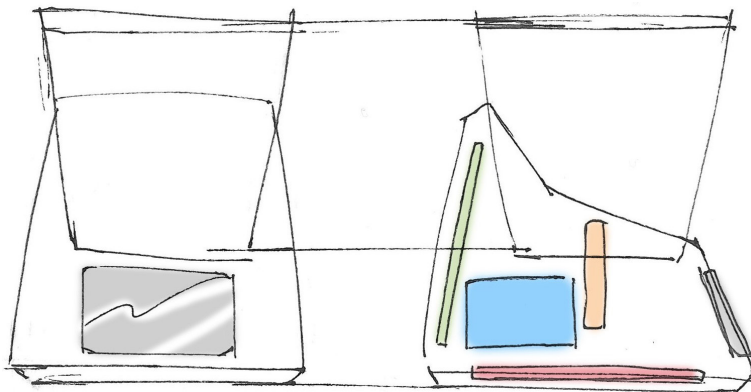


figura 47 Primeira proposta

O problema associado a esta questão é a necessidade de utilizar um sistema de transmissão por cones dentados semelhante ao apresentado na figura 48, para poder transmitir a energia de rotação sobre um eixo horizontal para um eixo vertical. Esta solução peca pela falta de elasticidade encontrada nos sistemas por correia, pelo que o motor pode não estar

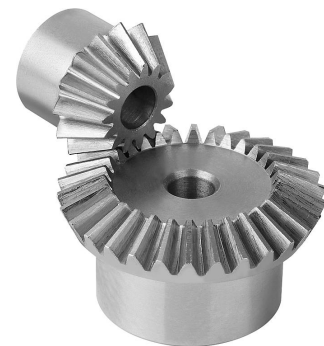


figura 48 Engrenagens cónicas

preparado para trabalhar com este tipo de transmissão. Ainda assim, a proposta é uma das mais interessantes por conseguir compactar os componentes de forma eficaz. Na frente encontra-se o painel de controlo, em baixo a balança e na parte de trás a placa de circuitos impressos.

A segunda proposta (figura 49) também se enquadra na terceira morfologia, por envolver o copo com a unidade central. O motor é montado na vertical e transmite o seu movimento ao eixo das lâminas através de uma correia, sistema idêntico ao utilizado no robô *Chef Express*. Aparentemente, esta solução é pouco inovadora, mas o facto de passar o motor para a parte de trás da máquina reduz a largura total do produto e aumenta no comprimento. Esta situação é preferível e traz benefícios ao nível da usabilidade do produto, por reduzir o espaço lateral na bancada da cozinha. Geralmente, o espaço livre atrás da máquina não é aproveitado, por isso se a máquina preencher esse espaço e libertar em largura, o utilizador fica com mais espaço para trabalhar ao lado da máquina, seja a preparar os alimentos ou a realizar outra tarefa. Assim consegue criar-se um produto com mais valor sem aumentar significativamente a sua complexidade e o seu preço. Dada a sua simplicidade e facilidade de aplicação, esta proposta tem um grande potencial de ser utilizada como base de desenvolvimento do novo robô de cozinha.

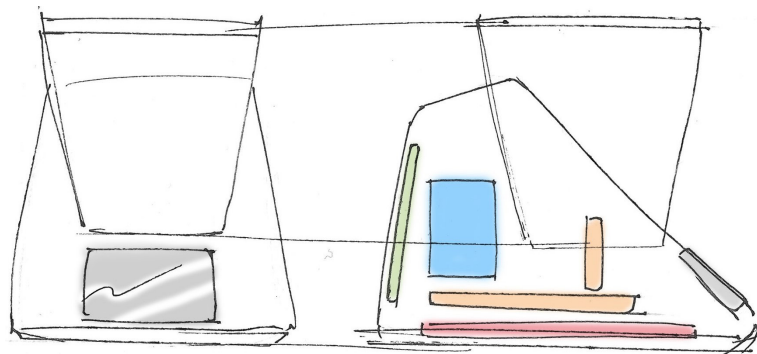


figura 49 Segunda proposta

A terceira proposta (figura 50) diferencia-se das anteriores por ter o eixo de rotação das lâminas na parte superior da máquina, semelhante ao que acontece na quarta morfologia representada na figura 37. A principal vantagem deste desenho reside na posição do copo, que está praticamente ao nível da bancada, permitindo o acesso a pessoas de baixa

estatura ou a crianças. Outra grande vantagem assenta na redução da massa do copo, por simplificar a zona inferior onde costumam estar as lâminas acopladas, facilitando o processo de lavagem manual dessa parte. Por outro lado, exige a criação de uma tampa mais complexa que seja capaz de acoplar as lâminas e garantir o bom isolamento do copo.

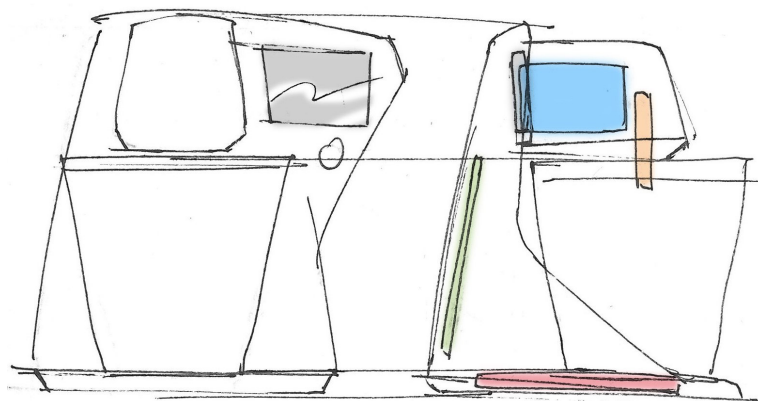


figura 50 Terceira proposta

Tal como na primeira proposta, aqui o motor está montado na horizontal, necessitando de engrenagens cónicas semelhantes às representadas na figura 48. O motivo de o motor se encontrar nesta posição deve-se à tentativa de reduzir a altura da máquina, mas como o copo mantém a altura, não haveria problema em colocar o motor na vertical. O maior problema em colocar o motor na vertical diretamente em cima do eixo, é que não existe um sistema de transmissão que faça as lâminas girarem mais depressa que o motor; o motor pode não ter a potência requerida para as operações a que seria sujeito. O painel de controlo ficaria situado na lateral da unidade central, a balança na parte inferior e a placa de circuitos atrás. Esta proposta preza pela diferença e pelas inúmeras possibilidades ao nível do desenho.

3.3.4 Conclusões

O trabalho realizado neste tópico desempenhou um papel importante para a elaboração do projeto de dissertação, não só por incentivar a conhecer melhor o mercado dos robôs de cozinha, mas especialmente o conhecimento focado nos sistemas integrantes destes produtos. A fase de exploração de novos conceitos reflete o trabalho de pesquisa

feito anteriormente e servirá de base ao desenho das propostas finais, garantindo o espaço necessário e uma organização lógica de todos os sistemas e respectivos componentes. Espera-se que a proposta final transpareça este trabalho de análise ao produto e supere as expectativas a todos os níveis.

3.4 Project Brief

O project brief marca o fim da fase de pesquisa e o início do desenvolvimento da proposta. Contempla requisitos e pressupostos, em parte fornecidos pela empresa, outros obtidos através do trabalho de investigação. Está dividido em três tópicos: programa, referente aos objetivos principais do projeto; tecnologia, referente às limitações tecnológicas do produto; inovação, referente aos requisitos atraentes que podem conferir diferenciação face à concorrência. Os pontos abaixo enumerados devem suportar as decisões tomadas ao longo do desenvolvimento da proposta.

Programa

- > Atualizar gama de robôs de cozinha da marca, mantendo a sua identidade;
- > Utilização em contexto doméstico, inserido no espaço cozinha;
- > Considerar questões de usabilidade e ergonomia, tendo em conta a antropometria do ser humano e a arquitetura do espaço;
- > Projetar de acordo com as tendências de eletrodomésticos de cozinha;
- > Utilização simples e intuitiva;
- > Mercado alvo – Europa;
- > Incorporar aplicação Cookii na interface do robô;
- > Copo com capacidade entre 2-3 litros;

Tecnologia

- > Projetar em função da capacidade produtiva da empresa;
- > Utilizar materiais compatíveis com alimentos;
- > Incorporar componentes mecânicos já utilizados noutros robôs da Flama;
- > Subcontratação para componentes mecânicos e painel de controlo;

Inovação

- > Reduzir peso do copo;
- > Melhorar usabilidade e conforto do produto;
- > Incorporar ecrã tátil com a dimensão mínima de 7 polegadas;
- > Projetar mecanismo de abertura fácil para a tampa do copo;
- > Garantir visibilidade para o interior do copo;
- > Superfícies fáceis de limpar - evitar ranhuras e reentrâncias que acumulem comida;
- > Facilitar o transporte e arrumação do robô;
- > Possibilitar a personalização do produto;

3.5 Desenvolvimento

O processo de desenho levado a cabo no âmbito deste projeto de dissertação baseia-se, essencialmente, na execução de esboços rápidos à mão levantada. Foi desta forma que se iniciou o processo de obtenção de forma da unidade central do robô, visto que se trata da parte com maior destaque e mais possibilidades de inovação ao nível formal. Esta fase caracteriza-se pela maior liberdade criativa em relação às restantes fases de desenvolvimento, evitando o levantamento de problemas e barreiras aos desenhos propostos; o objetivo era reunir o maior número de soluções visuais, fossem elas de caráter global ou específico, como por exemplo: o desenho das linhas gerais do robô, em contraste com o desenho da moldura do ecrã ou do formato do copo.

A figura 51 representa alguns dos inúmeros esboços criados nesta fase inicial de desenvolvimento. Visualizam-se formas completamente distintas entre si, proporções deturpadas e elementos em falta. A qualidade do traço também não pode ser alvo de julgamento, dado se tratar de esboços rápidos cuja finalidade é criar uma amostra que incentive a procura por elementos visuais, passíveis de serem integrados numa futura proposta, à semelhança de um puzzle cujas peças se encontram espalhadas. Cabe ao designer conjugar estas peças de maneira coerente e fundamentada. *“Sketching means putting ideas down on paper freehand, (...). Ideas can be quite rough and unrefined at this stage. Do not worry about making each idea look neat; the aim is to get ideas down quickly so that they can be evaluated and then developed into more detailed ideas later”* (Reid e Ralls, 2003).

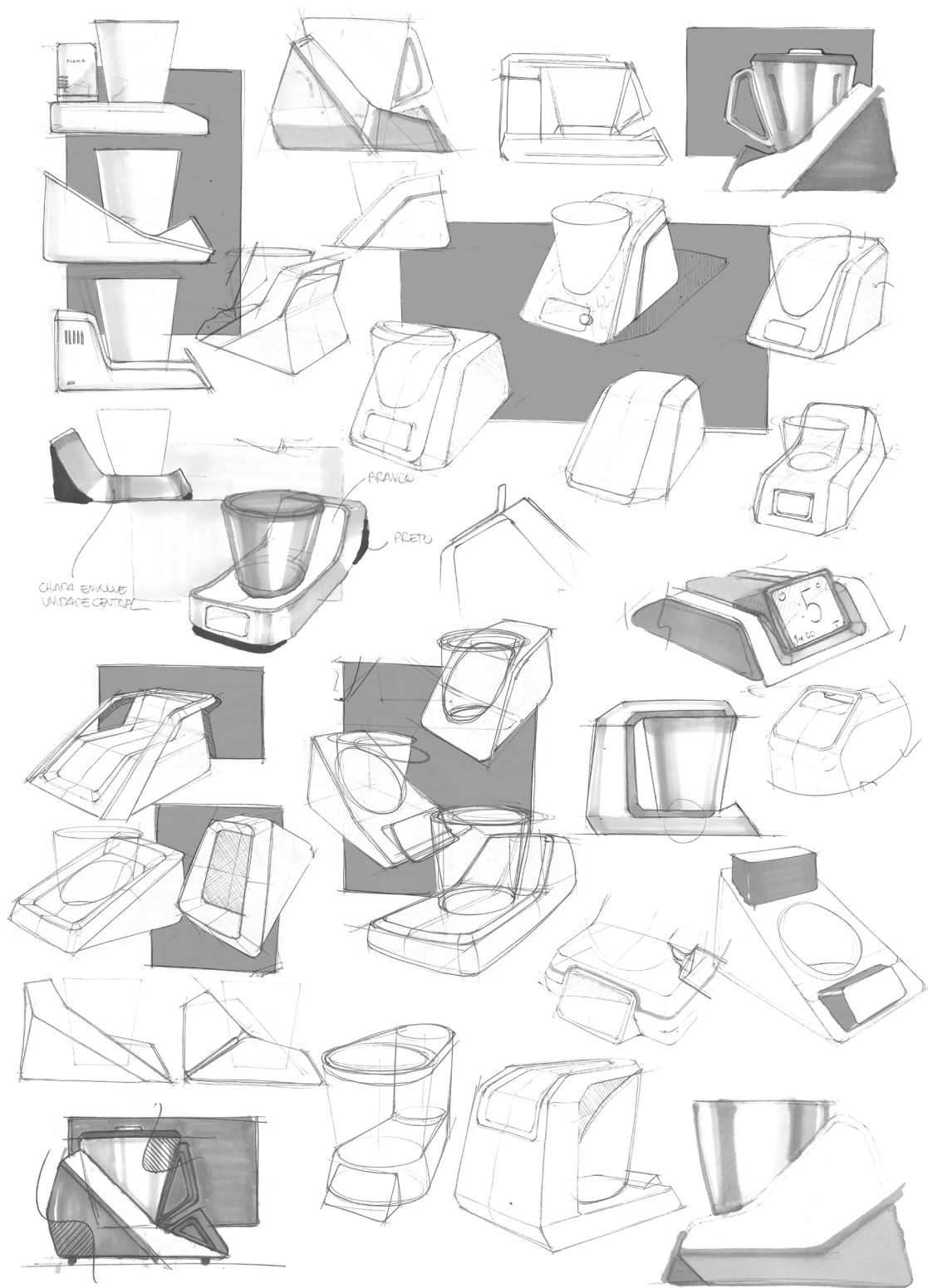


figura 51 Esboços iniciais

A par do processo de desenho da unidade central do robô, recolheram-se referências visuais através da consulta de mood boards e através de outros meios de pesquisa. As inspirações provinham de qualquer tipo de produtos, mas especialmente de eletrodomésticos e do mundo automóvel. A documentação destes elementos era, uma vez mais, desenhada no papel através de esboços rápidos. A figura 52 representa uma amostra destes desenhos.

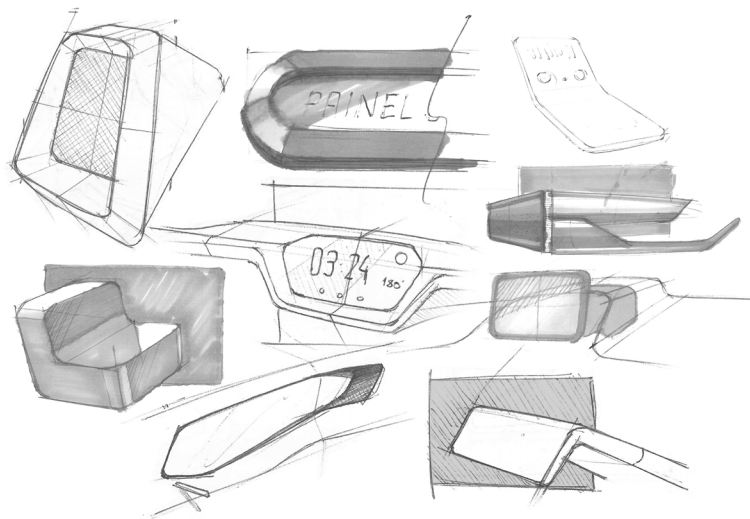


figura 52 Referências visuais

Em jeito de resumo, elaborou-se uma imagem, representada na figura 53, com as vistas laterais das principais ideias obtidas nesta fase. Além de documentar visualmente os desenhos com mais potencial, permitiu a discussão das ideias com a empresa Flama. As propostas identificadas com os números **2, 3, 4 e 6** primavam por serem visualmente mais leves que as restantes, visto que a unidade central não envolvia o copo. Ainda assim, o espaço para o motor e restantes componentes mecânicos estava garantido. As propostas identificadas com os números **1, 5, 7, 8 e 9** contêm unidades centrais que envolvem o copo, dando a sensação de serem maiores e ocuparem mais espaço. Em reunião com a empresa, percebeu-se que as propostas **7 e 5** eram as que melhor respondiam às suas necessidades e que indicavam o melhor caminho em termos de linguagem visual.

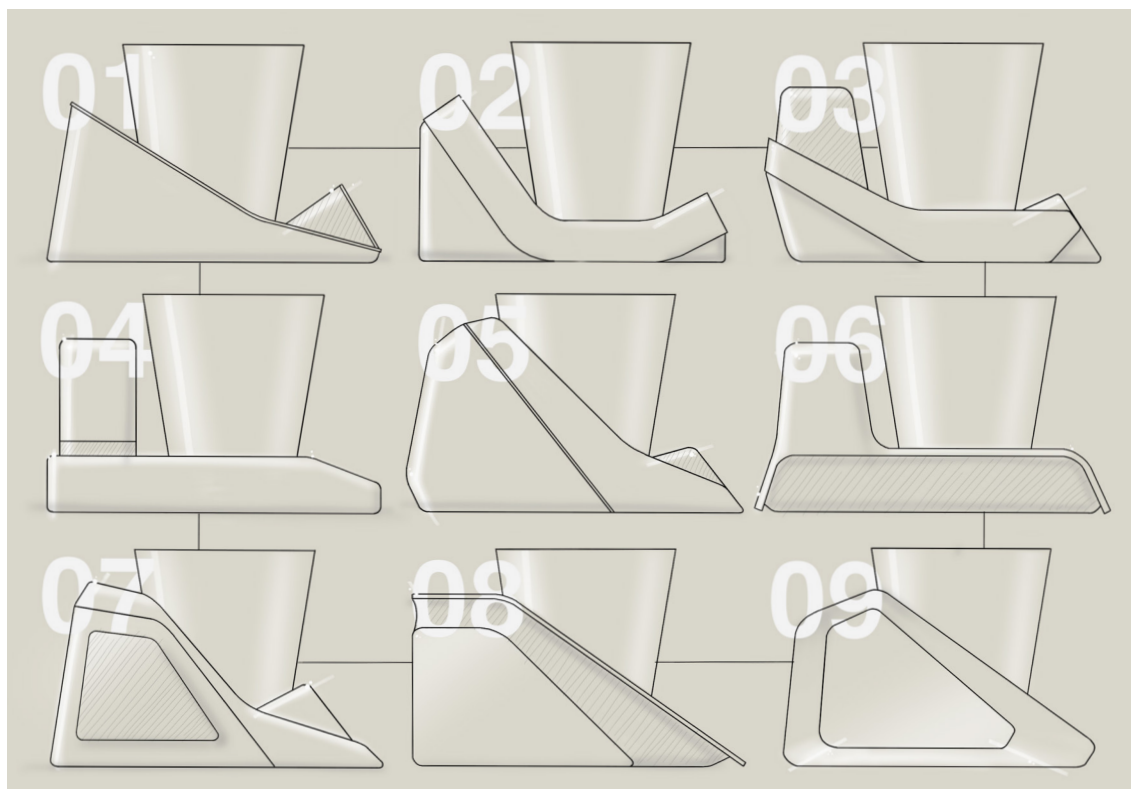


figura 53 Desenhos das formas principais

Primeira fase

Concluída a fase inicial de exploração de forma, chega o momento de reunir os melhores atributos e aprofundar o desenvolvimento. Uma vez mais, este processo iniciou-se através da elaboração de esboços rápidos da unidade central do robô de cozinha, como se verifica na figura 54. Nestes desenhos observam-se já algumas características definidas pelo estudo realizado no tópico 3.3 – Análise do produto. O espaço destinado ao motor, montado na vertical, está garantido na parte de trás da máquina, o painel de controlo encontra-se na frente e o copo é envolvido pela unidade central, conferindo maior estabilidade ao robô. No entanto, por esta altura ainda não se tinham realizado os estudos ergonómicos em torno das pegas, que só aconteceram imediatamente depois da conclusão deste tópico de desenvolvimento. Por este motivo, desenhou-se o copo com uma pega central, à semelhança da existente no robô Chef Express.

Para efeitos de comunicação da proposta idealizada, foi criado um desenho composto por uma vista em perspetiva e uma vista lateral (figura 55). A proposta sugere uma combi-

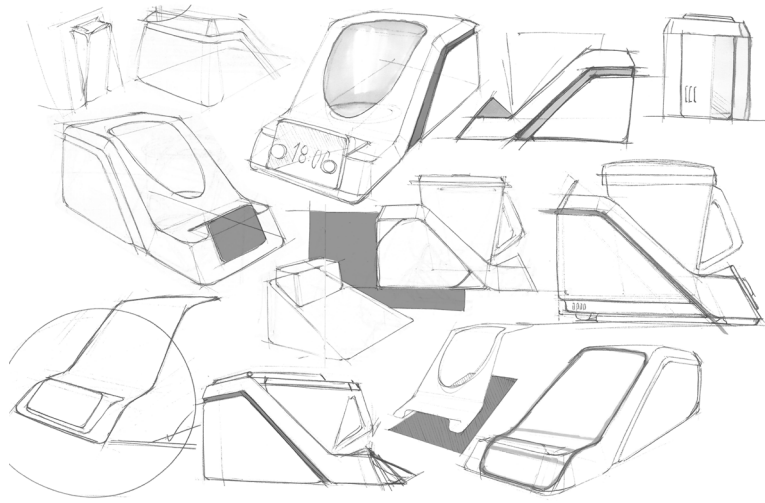


figura 54 Esboços da primeira fase

nação de cores, destacando a zona a vermelho como sendo de cor personalizável. Na frente do ecrã tátil encontra-se um botão rotativo destinado a controlar as principais funções do robô. Foram tidas em conta algumas questões produtivas, nomeadamente relativas ao processo de injeção de polímeros, evitando o desenho de partes com geometrias demasiado complexas ou com contra saídas. Visto que o estudo ergonómico das pegas não tinha sido ainda realizado, optou-se por omitir essa peça neste desenho.

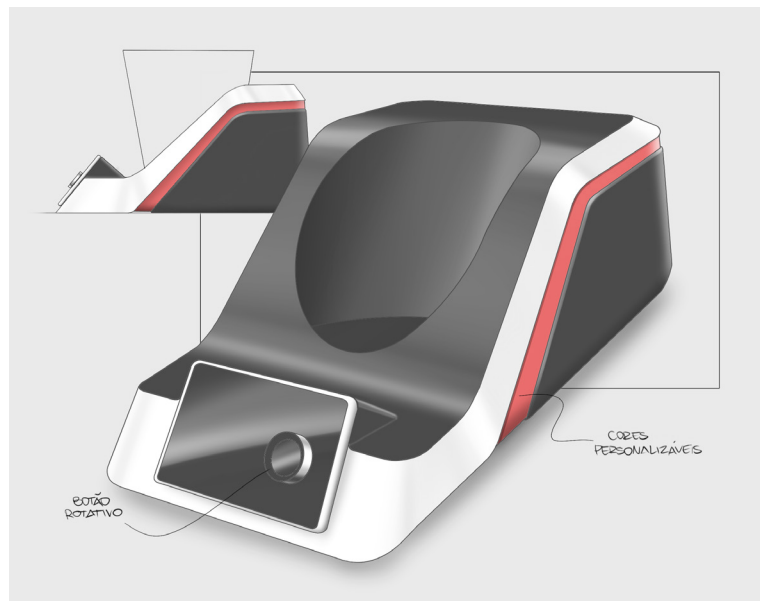


figura 55 Desenho da primeira fase

Com o objetivo de conferir dimensões à peça e recolher imagens foto-realistas, seguiu-se o processo de modelação CAD. Visto que a geometria não era complexa ao ponto de requerer métodos de modelação por superfícies, foram apenas utilizadas ferramentas de modelação por sólidos. A figura 56 é uma imagem foto-realista do modelo.

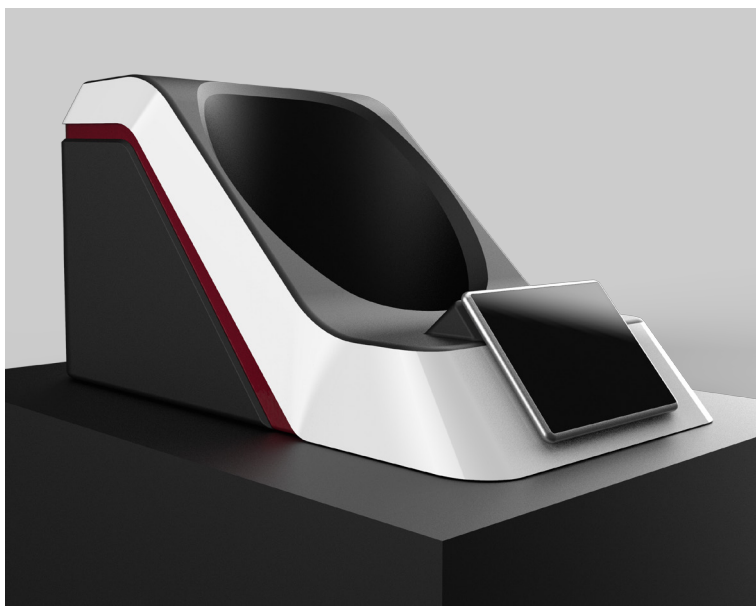


figura 56 Imagem foto-realista da primeira fase

A realização de maquetas à escala real representou um passo fundamental para sustentar as dimensões conferidas durante o processo de modelação. Foram utilizadas placas de poliestireno com trinta milímetros de espessura, cortadas numa máquina de arame quente e com o auxílio de máscaras de papel, de gramagem alta, que guiavam o corte (figura 57). Para obter estas máscaras, fatiou-se o modelo em software CAD com planos verticais, distanciados de acordo com as medidas das placas. A partir daí, recolheram-se os desenhos técnicos de cada fatia e editaram-se os ficheiros vetoriais conforme as especificações da máquina de corte a laser. Além de garantir um corte limpo e preciso, esta tecnologia reduz significativamente o tempo dedicado ao corte das máscaras. A utilização das máscaras para o corte das placas agiliza o processo de construção das maquetas. Por fim, é necessário colar as várias camadas e alisar as superfícies através de processos de lixamento manual. A figura 58 é uma composição de fotografias da maqueta da primeira fase de desenvolvimento.

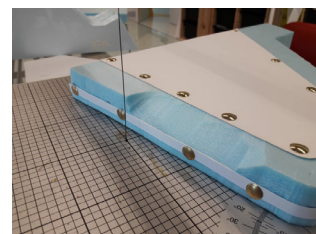


figura 57 Recorte das placas de poliestireno



figura 58 Maqueta da primeira fase

Segunda fase

Outro momento inicia-se com a análise e levantamento das falhas de design da proposta anterior, seguido pela elaboração de novos esboços rápidos, representados na figura 60. Surgiu a hipótese de integrar uma pega na parte de trás da unidade central, para ajudar a levantar o robô para efeitos de transporte ou arrumação. A possibilidade de incluir uma tampa articulada para o copo também foi estudada, obrigando a unidade central a encontrar-se com o aro superior do copo; foi por estes dois motivos que a parte traseira da unidade central aumentou a sua altura face à proposta anterior.

Os desenhos finais desta segunda fase, representados na figura 59, incluem uma pega na parte de trás da unidade central e um ecrã melhor integrado na superfície frontal, a fim de evitar reentrâncias ou outros elementos que dificultem a limpeza do robô. Em ambas as laterais da unidade central, existe uma zona de pega para efetuar o transporte do robô. O desenho já inclui uma sugestão de copo, tampa e pega frontal, para melhor perceção da proporção entre estes elementos e a unidade central. Propõem-se, novamente, uma



figura 59 Desenhos da segunda fase

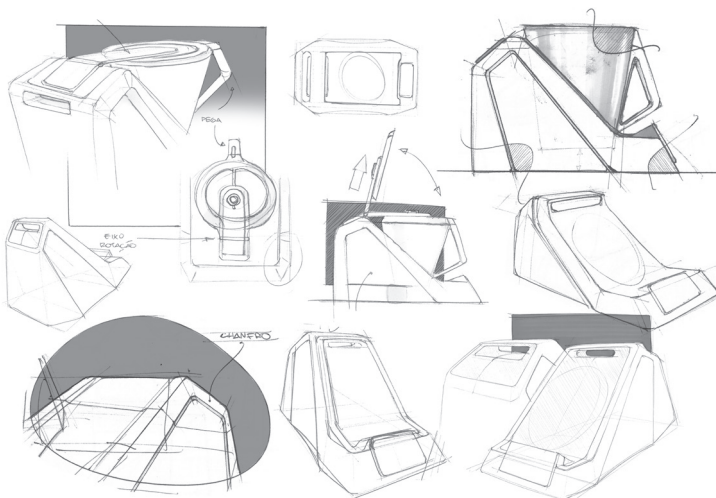


figura 60 Esboços da segunda fase

combinação de cores e materiais para esta segunda proposta, considerando a aplicação de decalques ou texturas nas superfícies laterais, destacando o carácter personalizável do equipamento.

A capacidade de comunicação dos desenhos executados nesta fase tornou o processo de modelação CAD dispensável, visto que tomaria demasiado tempo ao projeto. Seguiu-se, portanto, para a fase de construção da maquete, representada na figura 61. O processo foi idêntico ao da fase anterior, com a colagem de placas de poliestireno previamente cortadas em arame quente, recorrendo à utilização de máscaras de papel.

As diferenças para a primeira maquete tornaram-se claras mal se começaram a cortar as primeiras placas. A parte traseira da unidade central aumentou cerca de cinquenta milímetros e a zona do ecrã também aumentou consideravelmente, a fim de acolher um ecrã de, pelo menos, sete polegadas. A principal falha detetada nesta fase foi o volume exagerado que a unidade central ocupa no espaço. Os cantos pouco arredondados e as superfícies laterais tão paralelas são alguns dos fatores que contribuem para a impressão de este desenho ser semelhante a uma caixa retangular que foi, simplesmente, cortada em algumas direções. Por estes motivos, foi indispensável desenhar uma nova proposta que conjugasse as virtudes das duas anteriores e corrigisse os seus defeitos.

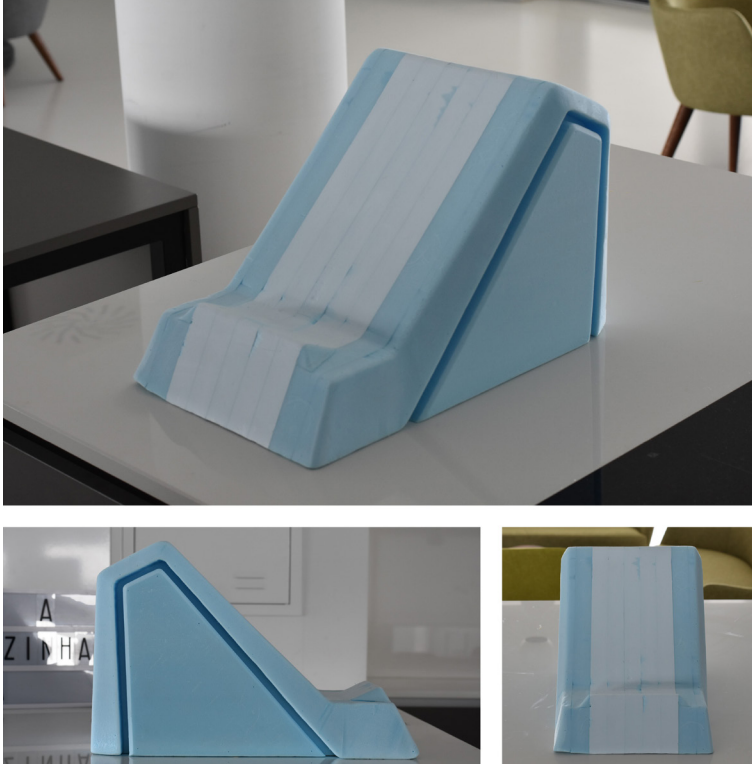


figura 61 Maqueta da segunda fase

Terceira fase

Os esboços de exploração de forma da terceira fase aconteceram durante a observação das maquetas anteriores. Foram detetadas as falhas de design e tentaram-se corrigir, na medida do possível, através do desenho. Era essencial perceber que zonas da unidade central estavam a mais e podiam ser eliminadas sem afetar a função, reduzindo as parecenças a uma caixa e tornando a unidade central visualmente mais compacta. A figura 62 ilustra este processo de pensamento através do desenho de planos de corte, sinalizados a vermelho, sobre uma fotografia da segunda maqueta. Uma parte dos esboços rápidos produzidos nesta fase estão retratados na figura 63.

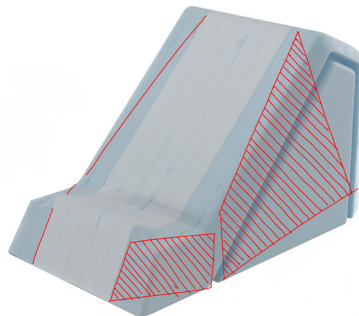


figura 62 Planos de corte

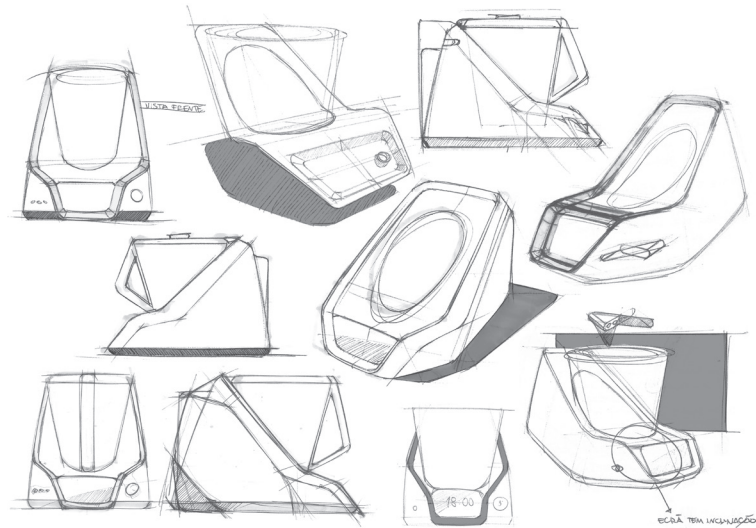


figura 63 Esboços da terceira fase

Na terceira proposta de desenho (figura 64) verificam-se as vantagens dos cortes efetuados aos cantos da proposta anterior, pelo aspeto mais compacto e pelo destaque dado à zona do painel de controlo. A componente de personalização é evidenciada pelo aro colorido que contorna a superfície frontal da unidade central, cuja cor está presente na pega do copo. A zona inferior, a cinza escuro, representa uma peça estrutural responsável por apoiar a carcaça da máquina e afixar a maioria dos componentes mecânicos. Esta peça encontra-se angulada para dentro, contribuindo para a compactação visual do robô.

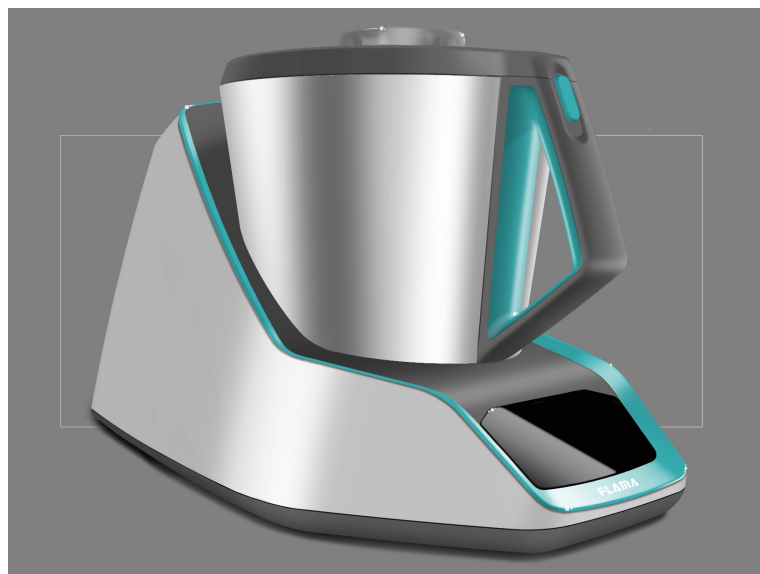


figura 64 Desenho da terceira fase

Até ao momento, o robô tinha sido dimensionado, essencialmente, com base no estudo da arquitetura de produto, garantindo o espaço para acolher os componentes internos. Porém, era fundamental definir algumas medidas com base em dados antropométricos, a fim de desenhar um produto focado na melhoria da experiência de utilização. Deste modo, deu-se por concluída a terceira fase de desenvolvimento de desenho do robô e partiu-se para a execução de estudos ergonómicos.

3.6 Análise ergonómica e antropométrica

“Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance” (IEA, 2019). Com base nesta definição da Associação Internacional de Ergonomia, destaca a palavra “design” como o ponto de partida para a ergonomia e o desenho de produto trabalharem a par, a fim de desenvolver produtos e experiências centrados no utilizador, proporcionando uma melhoria na sua qualidade de vida (Hernandez Arellano, 2018).

A antropometria é o ramo das ciências humanas que analisa as dimensões do corpo, com enfoque em: medidas, forma, força e capacidade de trabalho. Esta área de estudo trabalha juntamente com a ergonomia, que recorre constantemente a dados antropométricos para desenvolver novos produtos adaptados às características físicas e cognitivas dos utilizadores (Pheasant, 1996).

3.6.1 Variáveis do utilizador e do espaço

O presente subtópico pretende explorar algumas características do utilizador do robô de cozinha e do espaço em que este se insere. O objetivo é criar uma base de conhecimento que possa ser consultada ao longo do processo de desenho da proposta final, reunindo as principais dimensões dos utilizadores, espaço da cozinha e posição do robô no espaço.

"When designers design consumer products, they have to make many choices. One of these is the assessment of the target user group. Designing for literally everyone, or 100% of the target users, may result in a very expensive product or a product that suits nobody really well" (Karwowski, 2006, pp. 2734). Desenhar um produto para massas requer um esforço de inclusão de utilizadores com características específicas. Com isto podemos referir que um projeto centrado no utilizador não deverá ter como referência apenas as pessoas com dimensões médias ou os extremos "mais fracos" e "menos fracos". Além de decidir se os utilizadores "mais fracos" ou "menos fracos" são os mais relevantes para propósitos específicos do projeto, deve-se determinar qual a percentagem de utilizadores, dentro da população definida, é que o aspeto específico do projeto terá em conta.

"Designers and human factors specialists shall draw upon the extremes of the larger male population distribution and the extremes of the smaller female population distributions to represent the upper and lower range values, respectively, to apply to anthropometric and biomechanics design problems" (Ahlstrom e Longo, 2003). Dito isto, selecionou-se 90% da população adulta europeia como referência dimensional da fisionomia humana¹, uma vez que as vendas dos robôs de cozinha da Flama se concentram, essencialmente, na Europa. Dado que a média de altura das mulheres é menor que a dos homens, o percentil 5 diz respeito à população feminina e o percentil 95 diz respeito à população masculina. A faixa de alturas da população mencionada é a seguinte:

- > percentil 5 (mulheres): 153 centímetros
- > percentil 95 (homens): 190 centímetros

Quando interage com o robô, o utilizador mantém-se, geralmente, de pé e com uma postura hirta. Apenas os membros superiores são recrutados para operar a máquina. A cabeça encontra-se inclinada para baixo, sendo que o ângulo de inclinação varia consoante a altura da pessoa. Estes factos podem ser observados na figura 65, onde se sobrepõem duas silhuetas, uma correspondente a um homem e outra a uma mulher, de estatura mais baixa. As medidas das alturas dessas silhuetas não são reais, são apenas representativas das medidas do percentil 5 e percentil 95, indicado acima. Todas as medidas são apresentadas em milímetros.

¹ Valores consultados na calculadora de percentis de altura, disponível em WWW:<URL:https://tall.life/height-percentile-calculator-age-country/>.



figura 65 Dimensões do utilizador e da bancada

O robô de cozinha, à semelhança da maior parte dos eletrodomésticos de cozinha, é utilizado em cima de uma bancada de cozinha. As dimensões das bancadas respeitam normas já estabelecidas, podendo variar em altura entre 85 a 105 centímetros, porém, a altura mais comum é de 90 centímetros. A profundidade da bancada, quando esta se encontra encostada a uma parede, é de 60 centímetros. No caso de existirem móveis por cima da bancada, deve ser tida em conta uma distância de 45 a 70 centímetros, sendo que estes nunca podem ter uma profundidade maior do que 40 centímetros, para evitar que as pessoas batam neles com a cabeça. A distância entre estes armários superiores e a bancada de cozinha deve ser consultada durante o desenvolvimento do robô, visto que pode limitar a altura da máquina e impedir certos movimentos verticais, tais como levantar a tampa do copo ou elevar o copo para o retirar da máquina.

Recolhidas as dimensões do utilizador e da bancada, torna-se possível analisar o ângulo de visão do utilizador para observar o painel de controlo do robô, como se verifica na figura 66 e figura 65. A fórmula matemática utilizada para calcular estes ângulos foi o teorema de Pitágoras, uma vez que se conheciam as medidas dos catetos e da hipotenusa do triângulo retângulo, imaginário, representado nestas figuras.

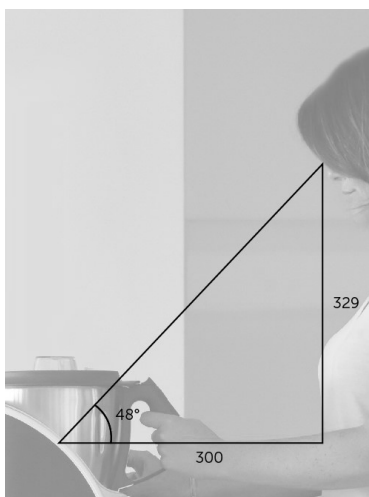


figura 66 Ângulo de visão da mulher percentil 5



figura 67 Ângulo de visão do homem percentil 95

No caso dos homens do percentil 95, o ângulo de visão entre os olhos do utilizador e a horizontal, é de 59 graus. No caso das mulheres do percentil 5, o ângulo de visão com a horizontal é de 48 graus. A média destes dois ângulos corresponde a 53,5 graus, o que significa que o painel de controlo deve ter uma inclinação de cerca de **37 graus**, em relação à horizontal.

3.6.2 Pontos críticos de intervenção

A análise realizada no subtópico anterior diz respeito às dimensões do utilizador e do espaço em que o robô de cozinha se insere. Este subtópico pretende fazer uma análise menos estática que a anterior, identificando os principais movimentos executados pelo utilizador durante a interação com o robô. O objetivo é destacar as partes do robô que impactam diretamente a sua ergonomia. No estudo dos testes de usabilidade, observaram-se as ações realizadas pelos utilizadores durante a interação com o produto. Com base nisso, selecionaram-se as principais ações que requerem força ou destreza física por parte do utilizador:



figura 68 Tampa do robô *KitchenAid Cook Processor*

- > retirar/colocar o copo
- > transportar o copo
- > abrir/fechar a tampa
- > entornar conteúdo
- > rapar conteúdo
- > lavar componentes manualmente



figura 69 Tampa do robô *Vorwerk Bimby TM6*

Um dos elementos do robô de cozinha que mais influencia estas ações é a pega (ou pegas). Esta é usada para retirar e colocar o copo na máquina, para o transportar, para entornar e para rapar o conteúdo, visto que é o único ponto de contacto que o utilizador tem com o copo. O copo também é um elemento muito presente nestas ações, porém, as melhorias ergonómicas que se lhe podem aplicar são mais limitadas, como por exemplo, reduzir o peso ou o volume. A tampa representa outro elemento cujo desenho deve ser estudado para facilitar as operações que lhe dizem respeito. Durante os testes de usabilidade, notou-se que a tampa do robô *Cookii* era um elemento difícil de lavar e cujo mecanismo de abertura/fecho apresentava algumas dificuldades de

manuseamento. Outros robôs contêm soluções mais práticas do que o robô *Cookii*, desde tampas articuladas (figura 68), a tampas que simplesmente se pousam em cima do copo e são trancadas através de um mecanismo automático (figura 69).

Além das partes mencionadas, existe ainda um acessório do robô que influencia a sua ergonomia, a espátula. A espátula é usada para rapar o conteúdo do fundo e das paredes do copo, bem como para misturar ou envolver alimentos durante a utilização do robô. Nos testes de usabilidade percebeu-se que existia um problema no desenho da espátula do robô *Cookii*. Esta espátula possui uma guarda para não tocar nas lâminas em movimento, quando é colocada através da tampa para misturar o conteúdo do copo. Esta guarda impede parcialmente a ação de rapar as paredes do copo, mas visto que é um elemento fundamental da espátula, é necessário repensar o desenho da zona que contacta com as paredes. Este problema está representado na figura 70, onde se observa do lado esquerdo a espátula original e do lado direito a sugestão de melhoria, onde se inclinou uma das laterais da zona funcional, de forma a garantir o contacto total com as paredes do copo. Nos testes de usabilidade também se referiu que o material desta zona funcional da espátula era pouco flexível; alterações nesse sentido devem ser consideradas.



figura 70 Problema da espátula do robô *Cookii*

3.6.3 Análise de pegas

No subtópico anterior verificou-se a elevada relevância do estudo das pegas do copo do robô de cozinha, como elemento crítico da ergonomia do produto. Como tal, realizou-se uma análise teórico-prática em torno das pegas do copo através da recolha de pegas existentes no mercado, do desenho e conseguinte prototipagem para efeitos de testes ergonómicos juntos dos utilizadores do produto.

Pesquisa

Esta fase iniciou-se com a recolha dos tipos de pegas de copos existentes em robôs de cozinha, através da análise dos robôs presentes no benchmarking. Com esta análise identificaram-se dois grandes grupos de pegas, sendo um grupo com uma pega frontal, manejada apenas com uma mão, e o outro com duas pegas laterais, que exigem ambas as mãos para pegar no copo. A pega frontal costuma ter uma orientação vertical e as pegas laterais são orientadas horizontalmente. Logo à partida, identificam-se algumas virtudes e defeitos de cada uma das soluções. A pega frontal tem um caráter mais inclusivo por não necessitar de duas mãos para pegar no copo, visto que alguns utilizadores podem ter alguma restrição física nesse sentido. Por outro lado, as pegas laterais dividem o peso pelas duas mãos, beneficiando utilizadores com menos força. As pegas laterais são, geralmente, mais compactas que as pegas frontais.

Existem duas variações da pega frontal: a primeira, ilustrada na figura 71, tem inclinação completamente vertical e tem apenas um ponto de contacto com o copo, na parte de cima. A segunda variação (figura 72) possui dois pontos de contacto com o copo e duas inclinações diferentes, possibilitando a colocação da mão em duas posições.



figura 71 Pega do robô Taurus My Cook Legend



figura 72 Pega do robô Vorwerk Bimby TM6

As pegas laterais também se dividem em duas variações principais: a primeira variação (figura 73) é aberta, à semelhança das pegas de um tacho de cozinha, permitindo envolver as mãos à sua volta e garantir uma pega justa e segura. A segunda variação, representada na figura 74, é fechada, mas costuma conter algum elemento geométrico para melhorar a aderência e segurança.



figura 73 Pegas do robô Kenwood Cooking Chef



figura 74 Pegas do robô Kenwood KCook Multi

Iniciou-se um processo de exploração de possibilidades pelo desenho de alguns tipos de pegas para serem posteriormente prototipadas. Como se pode observar na figura 75, as quatro primeiras pegas são dos tipos explicados acima, na fase de pesquisa, correspondendo aos tipos mais utilizados nos robôs de cozinha. A última, mais à direita, tem um caráter inovador, por ser a exploração de uma junção entre os dois principais tipos de pegas. É importante referir que nesta imagem as pegas estão identificadas por letras, mas não estão ordenadas alfabeticamente.

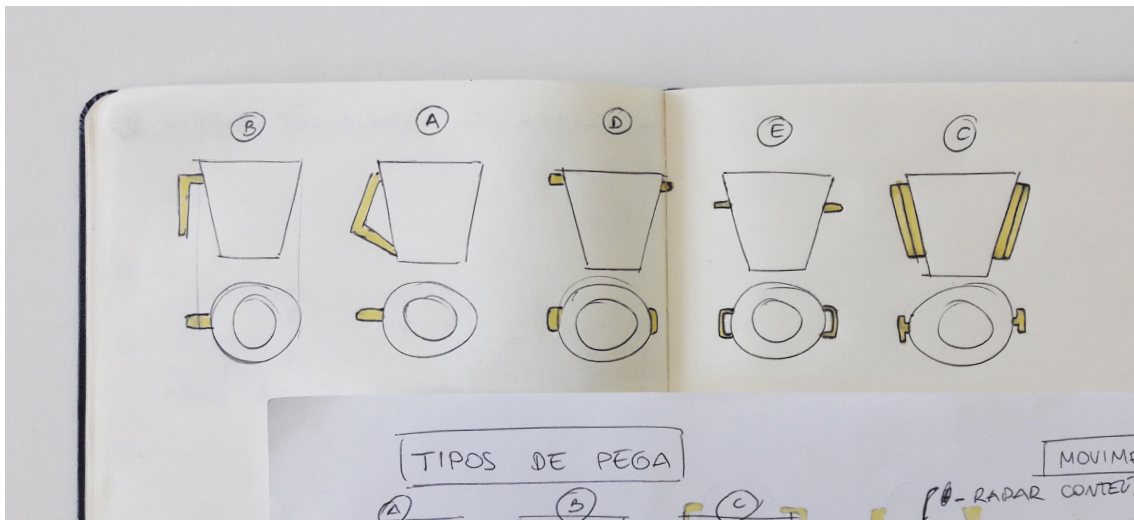


figura 75 Desenhos dos tipos de pegas

A pega **A** é uma pega frontal, com dois pontos de apoio e que permite pegar em duas posições. A pega **B** é também uma pega frontal, mas apenas com um ponto de apoio, na parte de cima. Tem uma orientação vertical e apenas uma

zona para agarrar. O conjunto de pegas **C** é composto por duas pegas com orientação vertical, colocadas nas laterais do copo e que possuem um perfil em T, conferindo uma maior aderência. O conjunto de pegas **D** é também composto por duas pegas laterais, porém, estas encontram-se posicionadas horizontalmente e na parte mais superior do copo. Por fim, as pegas **E** são semelhantes às anteriores, com a particularidade de serem abertas no meio, permitindo ao utilizador envolver os dedos pelo seu interior. Estas foram colocadas mais abaixo para estudar a influência da altura em relação ao centro de gravidade.

Prototipagem

Após conhecer as pegas existentes no mercado e fazer algumas considerações teóricas sobre a sua ergonomia, foi necessário testar estes conhecimentos na prática, perto das pessoas que representam os potenciais utilizadores do produto. A prototipagem manual foi o método de dar forma às várias propostas idealizadas, permitindo a interação física dos utilizadores com as pegas. Este processo iniciou-se com a aquisição de vasos para plantas, com dimensões semelhantes aos copos dos robôs de cozinha. Na figura 76, observa-se um dos vasos adquiridos ao lado do copo do robô *Chef Express*. As pegas foram prototipadas com restos de placas de madeira maciça e de MDF. As principais ferramentas utilizadas foram o tico-tico, serra de fita, lixadora circular, limas e lixas. O processo começava pelo corte das placas de madeira com os perfis desejados, seguido pela utilização das limas para conferir a forma e eliminar arestas. Logo após, lixavam-se as pegas para proporcionar um toque mais suave. A união entre



figura 76 Copo do robô *Chef Express* e vaso

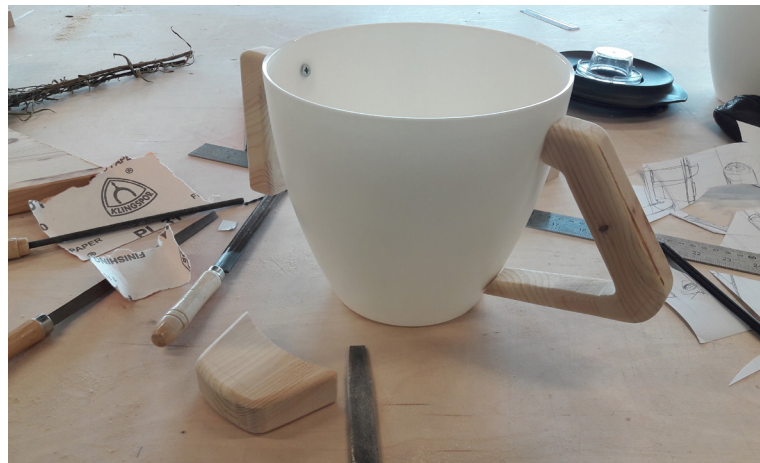


figura 77 Processo de prototipagem

as pegas e os vasos fazia uso de parafusos de madeira e cola quente, quando necessária. A figura 77 é um registo deste processo oficial, onde se observa que cada vaso continha mais do que uma pega, evitando utilizar um vaso para cada uma das cinco. Os cinco conjuntos de pegas foram devidamente identificados por letras, correspondentes às referenciadas acima na fase de desenho. Segue-se a demonstração das várias pegas prototipadas.

A primeira pega, designada pela letra **A** está representada na figura 78 através de uma montagem de três fotografias. Do lado esquerdo observa-se a mão de um utilizador a pegar no copo e do lado direito observam-se as vistas frontal e lateral da pega, para um melhor entendimento da sua geometria. Esta pega possui duas zonas para agarrar, sendo a de cima mais utilizada para levantar e transportar o copo e a de baixo para rapar o conteúdo do copo, uma vez que o inclina horizontalmente.



figura 78 Conjunto de fotografias da pega A

A pega **B**, representada na figura 79 da mesma maneira que a anterior, pertence à mesma tipologia, porém, é dotada de uma geometria bem mais simples com apenas uma zona para agarrar. A sua orientação é completamente vertical, o que pode dificultar o levantamento do copo cheio, mas também pode facilitar no momento de entornar o seu conteúdo.

O conjunto de pegas **C** caracteriza-se pela sua orientação vertical e colocação lateral no copo. O movimento



figura 79 Conjunto de fotografias da pega B

executado para pegar no copo através destas pegas, é o que mais se aproxima ao movimento de pegar no copo sem quaisquer pegas devido ao posicionamento das mãos, como se pode observar na fotografia do lado esquerdo da figura 80.



figura 80 Conjunto de fotografias das pegas C

Inseridas numa tipologia diferente encontram-se as pegas **D** (figura 81), orientadas horizontalmente e com dimensões reduzidas (quando comparadas às anteriores). A sua geometria é bastante rudimentar, sem qualquer tipo de recorte ou rebaixo para ajudar o utilizador a agarrar com mais segurança. Encontram-se colocadas na parte mais acima do vaso, de maneira a testar a influência desta altura em relação ao centro de gravidade do copo.



figura 81 Conjunto de fotografias das pegas D

As pegas **E** (figura 82) pertencem à mesma tipologia que as anteriores, com a particularidade de serem abertas no meio para que o utilizador consiga envolver os dedos e garantir uma pega mais segura. Para efeitos de comparação com as pegas anteriores, estas foram colocadas a cerca de dois centímetros abaixo. Pensa-se que esta característica torna a pega mais eficaz para entornar o conteúdo do copo, mas menos estável de o levantar ou transportar.



figura 82 Conjunto de fotografias das pegas E

À semelhança dos testes de usabilidade em torno do robô de cozinha *Cookii*, procedeu-se à realização de testes de ergonomia sobre as pegas prototipadas. A intenção era destacar as características intrínsecas a cada tipo de pega,

fundamentando a escolha da pega que seria aplicada à proposta final. Estes testes foram realizados com o auxílio de pessoas que se voluntariaram e na medida do possível, tentou-se seleccionar voluntários com diferentes idades, sexos, força e destreza física.

Testes ergonómicos

A ferramenta empregue envolvia a realização de formulários, para preenchimento por parte dos utilizadores; estes formulários baseavam-se em três ações ou movimentos executados durante a interação com o robô e que envolvem o manuseamento da pega, sendo eles: pegar no copo, entornar o conteúdo e rapar o conteúdo. Estas ações foram referidas acima no subtópico “3.6.2 Pontos críticos de intervenção”. Além destas, o formulário continha um tópico designado de “conforto”, que não dizia respeito a nenhuma ação específica, mas sim ao conforto geral do manejo das pegas. Inicialmente considerou-se que cada pega seria avaliada entre 1 a 5 valores para cada tópico, mas durante a realização dos testes percebeu-se que seria melhor simplesmente ordená-las, sendo que a melhor obteria 5 valores, a segunda melhor 4 valores e assim consecutivamente. O formulário está representado na figura 83.

<p>1. Levantar o copo</p> <p>A ○○○○○</p> <p>B ○○○○○</p> <p>C ○○○○○</p> <p>D ○○○○○</p> <p>E ○○○○○</p>	<p>2. Entornar conteúdo</p> <p>A ○○○○○</p> <p>B ○○○○○</p> <p>C ○○○○○</p> <p>D ○○○○○</p> <p>E ○○○○○</p>
<p>3. Rapar conteúdo</p> <p>A ○○○○○</p> <p>B ○○○○○</p> <p>C ○○○○○</p> <p>D ○○○○○</p> <p>E ○○○○○</p>	<p>4. Conforto</p> <p>A ○○○○○</p> <p>B ○○○○○</p> <p>C ○○○○○</p> <p>D ○○○○○</p> <p>E ○○○○○</p>

figura 83 Formulário dos testes ergonómicos

Para testar a primeira ação (figura 84) colocavam-se dois litros de água, ou seja, dois quilogramas, no interior do vaso para simular a carga média suportada por um copo de um robô de cozinha. Era pedido aos utilizadores que elevassem o copo a partir da altura da bancada normal de cozinha (90 centímetros de altura ao chão).



figura 84 Utilizador a pegar no copo

A segunda ação consistia em entornar o conteúdo do copo, algo que se faz sempre que se usa o robô (a menos que se coma diretamente do copo). Uma vez mais, eram utilizados dois litros de água, que o utilizador entornava entre os dois copos para evitar o desperdício, como se verifica na figura 85.



figura 85 Utilizador a entornar conteúdo

A terceira ação (figura 86) diz respeito ao ato de rapar as paredes do copo enquanto se verte o seu conteúdo. Isto acontece, por exemplo, quando se batem claras em castelo e se revela necessário utilizar uma espátula para retirar os restos de claras agarradas às paredes e ao fundo do copo. Os utilizadores foram incentivados a inclinar o copo na horizontal,

percebendo as dificuldades de agarrar na pega com uma mão e na espátula com a outra.



figura 86 Utilizador a rapar conteúdo

No decorrer dos testes, os utilizadores iam completando os formulários através do preenchimento dos círculos, como se pode ver na figura 87.



figura 87 Utilizador a preencher formulário

No total, foram realizados 13 testes ergonómicos. Os dados foram devidamente tratados através do cálculo da média de cada pega para cada ação, obtendo os seguintes resultados, estando as pegas ordenadas da melhor para a pior, respetivamente, da esquerda para a direita:

- > Levantar o copo: **D, E, A, C, B**
- > Entornar conteúdo: **C, D, E, A, B**
- > Rapar conteúdo: **A, E, B, C, D**
- > Conforto: **A e D, E, C, B**

No ato de levantar o copo, verifica-se que o conjunto de pegas **D** e **E** foram os dois melhores classificados. O principal motivo reside no facto de ambos conterem duas pegas, dividindo o peso suportado pelas duas mãos. As pegas **D** conferem maior estabilidade por se afastarem mais do centro gravítico do copo. Seria de esperar que o conjunto de pegas **C** obtivesse boa classificação, dado que também é composto por duas pegas. Porém, o movimento vertical executado para elevar o copo é paralelo à orientação das pegas; isto implica que o utilizador faça mais força com as mãos para evitar que o copo escorregue. A inclinação das pegas **A** e **B** é a principal característica que as distingue, sendo que na primeira a mão encontra-se alinhada com o antebraço, numa posição neutra, mas na segunda é executado um desvio radial do pulso² que a torna menos confortável.

Se a orientação vertical do conjunto de pegas **C** não era apropriada para a ação de levantar o copo, revela-se ótima para a ação de entornar o seu conteúdo. A este facto soma-se a elevada área de contacto e o controlo extra proporcionado pelas duas pegas, que distribuem a carga pelas duas mãos. Por esta razão, as pegas **D** e **E** encontram-se classificadas logo a seguir. As pegas **A** e **B**, por serem manejadas com apenas uma mão, não proporcionam tanto controlo e causam dificuldades aos utilizadores com menos força física.

A pega **A** contém duas zonas de pega, uma para levantar o copo e outra para o deitar. Esta característica manifestou-se bastante prática por deixar o copo na posição ideal, no momento de rapar o conteúdo. As pegas **E** ocupam o segundo lugar devido a serem abertas e permitirem uma pega segura que roda nas mãos ao deitar o copo. Ao contrário das pegas **D**, estas beneficiam da sua proximidade ao centro gravítico do copo. Sendo que para esta ação o utilizador apenas utiliza uma mão para agarrar o copo, é compreensível que os conjuntos de pegas **C** e **D** correspondam aos últimos classificados.

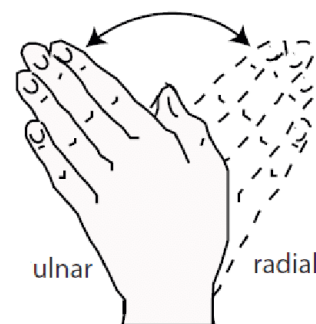


figura 88 Desvios ulnar e radial

² A figura 88 ilustra dois movimentos opostos executados pelo pulso, ulnar e radial.

Relativamente ao tópico de conforto, as pegas **A** e **D** empatam, demonstrando serem as mais satisfatórias de utilizar. São seguidas pelas pegas **E**, **C** e, por fim, a pega **B**. Este último tópico do relatório foi bastante influenciado pela geometria e dimensão das pegas e talvez por isso a pega **B** seja a última classificada. Acredita-se que se esta fosse melhor modelada à antropometria da mão, obteria melhores resultados; o mesmo se aplica às restantes.

Foram calculados os valores médios finais que indicam, por ordem, a pega ou conjunto de pegas mais indicadas para as ações a que foram sujeitas. A partir destes dados retiram-se várias elações acerca das características ergonómicas de cada pega.

- E** – 3,55 valores
- A** – 3,53 valores
- D** – 3,48 valores
- C** – 2,78 valores
- B** – 1,76 valores

Numa primeira observação a estes dados, percebe-se que as três primeiras pegas se encontram muito próximas no topo da classificação. Questionamos se estes resultados seriam um reflexo da metodologia aplicada e se seria necessário realizar novos testes ou repetir a experimentação. Levantamos ainda as seguintes questões: como é que as pegas **E** ficaram em primeiro na classificação geral, se não ficaram em primeiro em nenhum dos tópicos do formulário? Porque foram as mais consistentes do teste, satisfazendo todas as funções e não desapontando no conforto. Ainda assim, não se pode já considerar que este é o tipo de pega a ser empregue na proposta final. É importante destacar a proximidade da pega **A**, com apenas dois centésimos de diferença, sendo um tipo de pega completamente diferente das anteriores. Esta garantiu a melhor classificação em dois tópicos, no entanto, ficou mal classificada no movimento de entornar o conteúdo. As pegas **D** encontram-se a sete centésimas das primeiras.

Se esta proximidade de resultados fosse apenas entre as pegas **E** e **A**, não se poderia escolher nenhuma delas. Os testes teriam de ser alargados ou reformulados, mas, visto que as pegas **D** se encontram na disputa pelo primeiro lugar

e partilham da mesma tipologia que as pegas **E**, tomou-se a decisão de que a solução a avançar para a proposta final deve passar pela difusão destes dois conjuntos de pegas num só conjunto que concilie as melhores características de cada. Por exemplo, no tópico relativo à ação de rapar o conteúdo do copo, as pegas **D** ficaram na última classificação, mas as pegas **E** ficaram em segundo, visto que proporcionavam uma pega mais segura ao utilizador. Em todos os outros tópicos, as pegas **D** ficaram consistentemente acima das pegas **E**. A proposta final deve ser capaz de conciliar as virtudes de cada uma destas, aproximando-se ainda mais da (inalcançável) solução ideal.

3.7 Proposta final

3.7.1 Definição dimensional

O copo foi identificado, durante o estudo ergonômico do tópico 3.6, como um dos elementos críticos do robô que mais influencia a usabilidade do produto. Nesse sentido, foi necessário determinar a capacidade ideal para a confecção dos alimentos, reduzindo ao máximo a sua dimensão e consequente peso; o peso foi um dos fatores identificados, durante os testes de usabilidade, como sendo um ponto negativo que devia ser alvo de melhoria. O robô *Cookii*, utilizado para a realização dos testes de usabilidade, diferencia-se do robô *Chef Express* por ter um copo com capacidade máxima de cerca de 4 litros, sendo que o segundo tem um copo de 3,1 litros. Durante a realização destes testes, os utilizadores acabaram por mexer também no robô *Chef Express* e mencionaram, por várias vezes, que preferiam a dimensão do copo deste robô, por ser mais leve e por não perceberem as vantagens de ter um copo maior, visto que raramente se utilizava a sua capacidade máxima. Tendo por objetivo atingir uma capacidade de **3,1 litros**, calcularam-se as dimensões do cone cortado que caracteriza a geometria do copo que integra a proposta final. A figura 89 ilustra, do lado esquerdo, a geometria do copo do robô *Chef Express* e, do lado direito, a geometria pretendida para o copo da proposta final. Para efetuar estes cálculos, recorreu-se à fórmula do volume do cone cortado, aplicando as respetivas medidas: diâmetro maior de **190 milímetros**, diâmetro menor de **140 milímetros** e altura de **145 milímetros**. O resultado destes cálculos revela um valor final de **3,1 litros** de capacidade. A figura 90 ilustra o novo copo devidamente dimensionado.

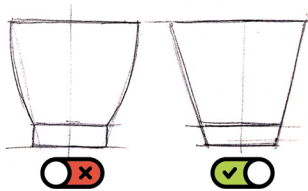


figura 89 Geometria do copo

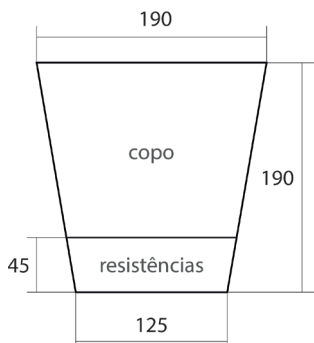


figura 90 Dimensões finais do copo

$$V = \frac{\pi \cdot h}{3} (R^2 + R \cdot r + r^2)$$

A partir da recolha dimensional das bancadas de cozinha, realizada no tópicos da análise ergonómica, restringem-se as principais dimensões do novo robô, particularmente o comprimento e a altura. Não desprezando a largura, considera-se que as outras duas dimensões são mais importantes de restringir, pois podem impactar diretamente com o funcionamento do produto. Tendo em conta que a maior parte das bancadas de cozinha tem uma profundidade de 600 milímetros, definiu-se que o robô não deveria ultrapassar os **420 milímetros**. Certas cozinhas possuem elementos por cima das bancadas, tais como armários ou prateleiras, distanciados entre 450 milímetros a 700 milímetros. Deste modo, aponta-se uma altura limite de **450 milímetros** com a tampa aberta, na vertical, como se observa na ilustração da figura 91. No subtópico anterior definiu-se que o diâmetro superior do copo é de 190 milímetros, logo, a tampa há de ter cerca de 200 milímetros de diâmetro. Subtraindo esta medida ao total de 450 milímetros, resulta uma altura máxima de **250 milímetros**, desde a bancada até ao topo do copo, sem tampa.

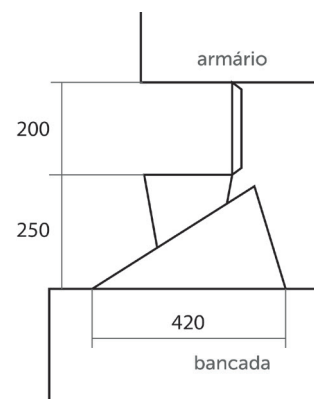


figura 91 Dimensões gerais

A figura 92 ilustra o processo utilizado para desenhar a primeira vista lateral da nova proposta, baseada nas dimensões previamente definidas, nomeadamente a altura e comprimento máximo do conjunto, a inclinação do painel de controlo, a dimensão do copo e posição do motor, visto ser o componente mecânico que mais influencia a geometria da unidade central.

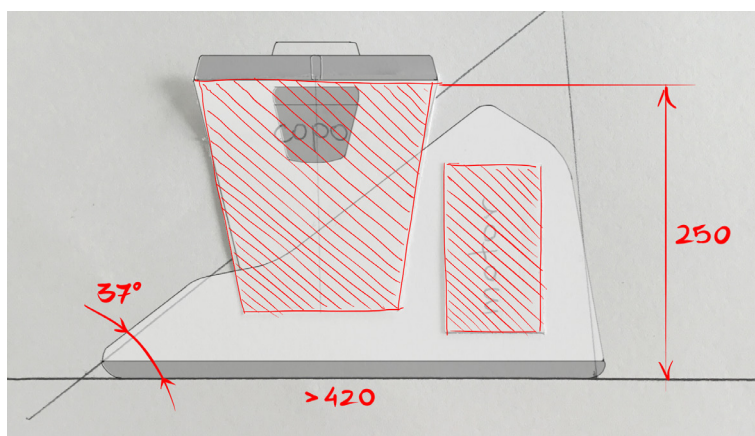


figura 92 Vista lateral baseada nas dimensões definidas

3.7.2 Sistema de abertura da tampa



figura 93 Tampa do robô Bosch Cookit

A tampa do copo do robô *Cookii* foi alvo de descontentamento por parte dos utilizadores que participaram nos testes de usabilidade, descritos no tópico 3.2, visto que o sistema de abertura tinha defeitos ao nível do funcionamento e da qualidade construtiva. Atendendo à importância deste elemento e ao forte impacto na usabilidade geral do produto, procedeu-se à recolha e análise de diversos sistemas de abertura de tampa presentes em robôs concorrentes. Imediatamente se percebeu que o sistema do robô *Cookit* da marca *Bosch* (figura 93) era o mais prático de utilizar; a tampa levanta através de uma articulação na parte traseira e fica agarrada ao copo, quando aberta. Este sistema elimina a necessidade de pousar a tampa na bancada, sujando a superfície com os salpicos ou com a acumulação de humidade que costuma acontecer em processos de cozedura, por exemplo. Para retirar a tampa, basta abrir completamente e puxá-la para cima. Por questões de segurança, antes de levantar a tampa é necessário executar um movimento de rotação que aciona, atempadamente, um sensor responsável por parar o movimento das lâminas.

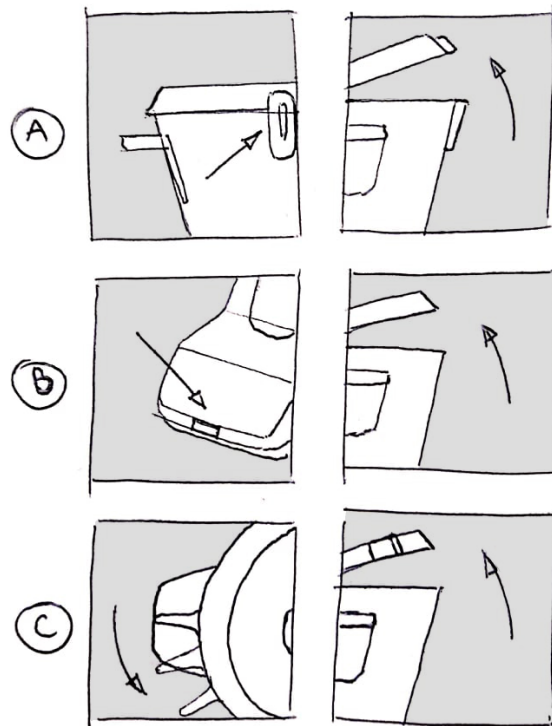


figura 94 Vista lateral baseada nas dimensões definidas

Como a figura 94 demonstra, foram tidos em consideração outros sistemas de abertura de tampa, mantendo o princípio de funcionamento da articulação na parte traseira. A **hipótese A** caracteriza-se por ter um botão na parte frontal e superior do copo, que ao ser acionado desbloqueia a tampa e permite a sua abertura. Este sistema prima pela facilidade de alcance e reduzido esforço de utilização, contudo, é o sistema menos seguro por permitir a abertura da tampa imediatamente após o seu desbloqueio, não dando tempo às lâminas para interromperem a rotação. Visando a melhoria desta questão da segurança, surgiu a **hipótese B**, que recorre a um botão no painel de controlo que pára o movimento das lâminas e apenas permite abrir a tampa passado determinado tempo. Uma vez que este botão não se encontra fisicamente ligado ao copo nem à tampa, recorre a componentes eletrónicos para a desbloquear, pelo que não seria possível abrir a tampa com a máquina desligada. A **hipótese C** baseia-se no sistema do robô *Bosch Cookit*, acima descrito. Este sistema partilha as vantagens das outras hipóteses, com a única desvantagem de tornar o desenho da tampa mais complexo. De qualquer maneira, esta última hipótese foi a selecionada para incorporar a proposta final.

3.7.3 Desenvolvimento da proposta final

O desenho da proposta final (figura 95) surgiu na sequência do desenho da terceira fase de desenvolvimento, com as devidas correções aplicadas ao nível das pegas, tampa, inclinação de ecrã, entre outras. A linguagem visual é idêntica, porém, com um aspeto mais sóbrio que a anterior, destacando-se a eliminação do aro colorido que correspondia ao principal elemento de personalização do robô. O propósito desta alteração foi simplificar ao máximo o desenho e a construção do produto, não só para auxiliar as questões produtivas, mas também algumas questões de usabilidade, nomeadamente a limpeza da unidade central. A substituição da pega frontal do copo por pegas laterais elimina ruído visual na frente da máquina e anula a possibilidade dessa pega obstruir a visão do utilizador para o ecrã.



figura 95 Desenho da proposta final

Unidade central

Em conformidade com os processos descritos no tópico 3.5 – Desenvolvimento, seguiu-se a execução de um modelo CAD (figura 96) que permitiu atribuir as primeiras dimensões a esta proposta. No sentido de facilitar ainda mais a limpeza da unidade central, integrou-se o ecrã de forma discreta, com um vidro a cobrir toda a superfície, sem moldura, acabando por conferir ao robô um aspeto mais sofisticado.

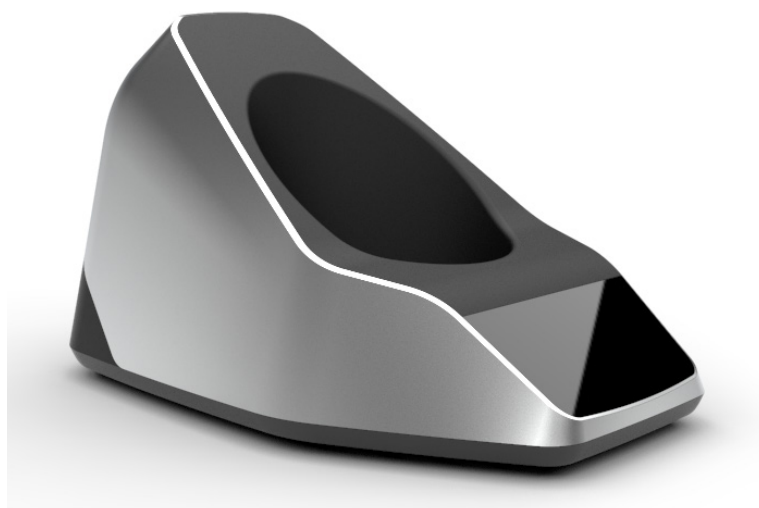


figura 96 Primeiro modelo CAD da proposta final

Apesar do desenho da unidade central estar bastante mais refinado e aproximar-se do resultado esperado, era imperativo testar as suas dimensões, pelo que se procedeu à execução de uma maquete em espuma (figura 97) tal como as realizadas na fase de desenvolvimento do tópico 3.5. Esta foi a primeira maquete a ter um furo para receber o copo, que foi simulado através de uma maquete feita (rapidamente) em cartão. Este elemento salientou as reduzidas dimensões da proposta, especialmente a largura e a altura; o copo ficava demasiado alto em relação ao ponto mais alto da unidade central e esta tinha um aspeto pouco estável por ser tão estreita.



figura 97 Maquete da proposta final

A figura 98 serve de comparação entre a proposta final e as propostas anteriores, onde se percebe a evolução do desenho através de modelos físicos. A forma demonstra-se agora mais elegante, com menos ângulos retos e menos reentrâncias ou cantos apertados que dificultem a limpeza do produto. Destaca-se a inclinação mais acentuada do ecrã, reflexo do estudo ergonómico realizado previamente. A base da unidade central fica ligeiramente afastada da banca-

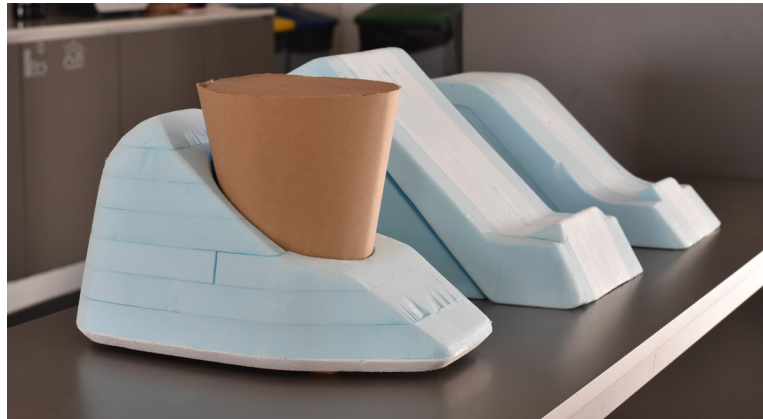


figura 98 Comparação entre maquetas

da, como se estivesse suspensa no ar, proporcionando um aspeto mais leve e compacto. Conclui-se que a escala desta última proposta deve aumentar em altura e largura, melhorando a proporção em relação ao copo, cujas dimensões já estão definidas.

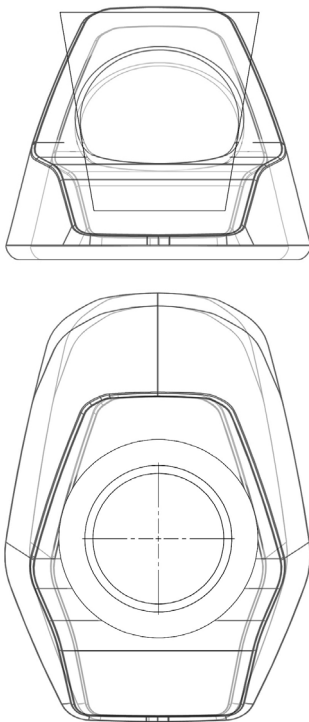


figura 99 Redimensionamento da proposta final

De seguida, procedeu-se ao redimensionamento da unidade central através dos desenhos das respetivas vistas frontal e de topo. Na figura 99 observa-se o método utilizado, que consiste na sobreposição de um novo desenho sobre o antigo, puxando, esticando e deformando as linhas até obter a forma e as dimensões pretendidas. Em altura, a unidade central cresceu 15 milímetros, resultando numa altura total de **240 milímetros** e, em largura, cresceu 35 milímetros, somando um valor de **280 milímetros**. O comprimento manteve-se intacto, medindo **410 milímetros**.

O processo de redimensionamento do modelo CAD exigiu um pouco mais de esforço. Foi necessário controlar a forma através do ajuste das *“features”* e respetivos *“sketches”*, que, ao serem alterados, originavam inúmeros erros no resto do modelo. Este processo de ajuste de forma e correção de erros foi moroso e cansativo, mas teve um grande impacto no resultado final. Na figura 100, observa-se um conjunto de imagens foto-realistas da proposta de design da unidade central. Este elemento fica apoiado sobre quatro ventosas que garantem uma boa aderência à bancada, reduzem as vibrações do robô e servem de pontos de apoio à balança. Na frente, destaca-se um botão mecânico para ligar e desligar o robô; as restantes funções são controladas através do ecrã



figura 100 Conjunto de imagens foto-realistas da unidade central

tátil de sete polegadas que acompanha a superfície superior da unidade central. Para efeitos de comunicação da proposta, foi criada uma interface com as principais funções do robô e algumas informações úteis, tais como a data e hora. A linguagem visual adotada nesta interface vai ao encontro do desenho da proposta: objetiva, minimalista e elegante. A superfície superior, representada a preto, é a mesma que abraça o copo e, como tal, é dotada de certos pormenores técnicos responsáveis por: centrar o copo, fazer a conexão entre a transmissão e as lâminas, garantir o espaço para o sensor de abertura da tampa, permitir a conexão dos pinos das resistências do copo, entre outros. É oportuno referir que estes pormenores técnicos não foram estudados a fundo, servem apenas para demonstrar que o seu espaço foi considerado e que existe a possibilidade de os integrar nesta proposta. Na parte de trás, salientam-se os respiros do motor, compostos por rasgos horizontais, e a tomada de alimentação que, por não haver espaço para incluir um enrolador de cabo no interior da unidade, é removível. Ainda assim, existiu o cuidado estético de replicar a superfície traseira na base da tomada pequena, de forma a que estas se fundam visualmente quando estão encaixadas. Ainda na parte traseira, foi incluída uma pega para ajudar o utilizador a descolar a máquina da bancada. Este elemento fica na parte de trás para provocar um movimento em alavanca.

Peags

Na conclusão dos testes ergonómicos das pegas prototipadas no tópico 3.6 – Análise ergonómica e antropométrica – definiu-se que a proposta final deveria incorporar duas pegas laterais que conjugassem as virtudes do conjunto de pegas **D** e **E**. Os esboços da proposta final refletem essa intenção, conforme se observa na figura 101.

Um elemento que se destaca nestes desenhos é a zona de encosto das mãos, que serve o propósito de as proteger das elevadas temperaturas do copo. As pegas laterais encontradas noutros robôs de cozinha costumam estar ligadas à zona inferior do copo, criando uma zona de passagem para os sensores de abertura da tampa ou de separação do copo com a unidade central. Neste caso, visto que essa zona de passagem se encontra na parte posterior do copo, tentou-se contrariar a tendência ao desenhar pegas encaixadas apenas na superfície metálica do copo, sem ligação a outro elemento do conjunto.

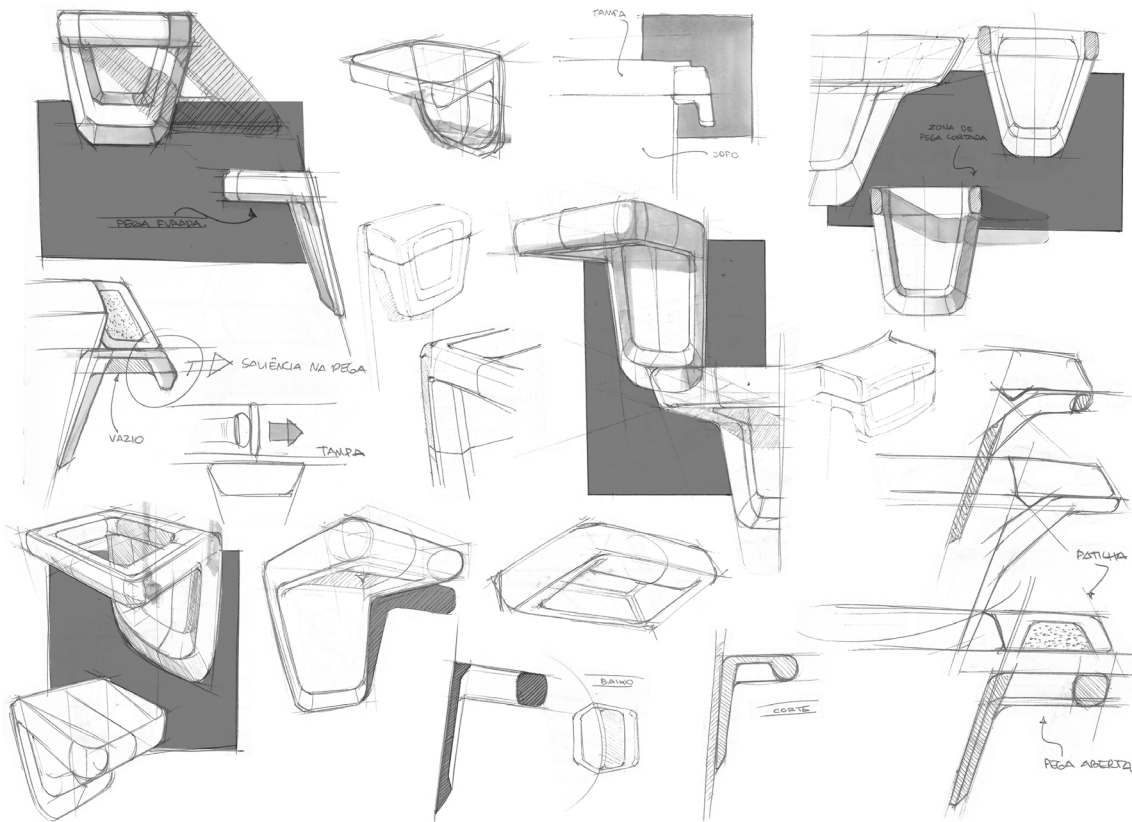


figura 101 Esboços das pegas do copo

Seguiu-se o processo de modelação CAD de três hipóteses, dimensionadas com base nos protótipos realizados para os testes ergonómicos. Através do processo FDM (*Fused Deposition Modeling*), um processo de manufatura aditiva vulgarmente conhecido por Impressão 3D, criaram-se os modelos físicos, identificados na figura 102 pelas letras **A**, **B** e **C**.

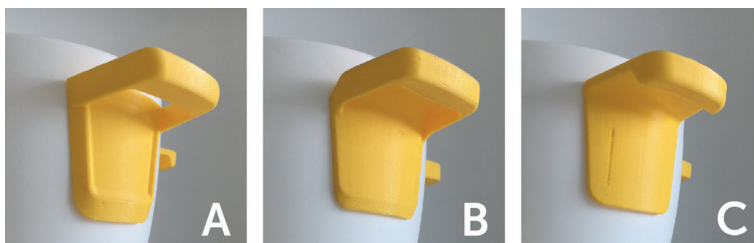


figura 102 Protótipos de três hipóteses de pegas

A criação destes protótipos possibilitou realizar testes ergonómicos de pequena escala (figura 103), nos quais se pedia aos utilizadores que identificassem pontos positivos e negativos de cada uma das hipóteses.



figura 103 Testes ergonómicos das pegas impressas

Dada a escala do teste, não foi criado um formulário para recolha de dados. Segue-se a descrição das principais conclusões retiradas.

A pega **A** é aberta para permitir a envolvimento dos dedos, conferindo maior segurança; contudo, a abertura não tinha a largura necessária ao efeito, apenas três dedos conseguiam envolver a pega. A pega **B** partilha das vantagens da anterior, com uma zona côncava na parte inferior que impede que os dedos escorreguem em vários sentidos. A maioria dos utilizadores preferiram esta pega, com a ressalva de as paredes laterais serem muito estreitas e magoarem os dedos. A fim de tentar resolver esta questão, anularam-se as paredes laterais na pega **C**, que se revelou mais confortável que a anterior, mas que não transmitia o mesmo nível de segurança.

O conjunto de pegas que integram a proposta final (figura 104) correspondem a uma evolução da pega **B**, com paredes laterais mais espessas para não magoarem os dedos e com uma ligeira concavidade na zona de proteção das mãos, que promove maior estabilidade e segurança de pega. Esta pega foi prototipada do mesmo modo que as anteriores e posteriormente testada pelos mesmos utilizadores. As respostas foram unânimes a favor desta última iteração, tanto a nível de conforto como de segurança.



figura 104 Composição foto-realista da proposta final do conjunto de pegas



figura 105 Conjunto de imagens foto-realistas do copo

Copo

O copo foi desenvolvido com base nas dimensões deifinidas no subtópico 3.7.1 – Definição dimensional – e no sistema de abertura de tampa definido no subtópico 3.7.2 – Sistema de abertura da tampa. O desenho minimalista pretende diminuir o impacto visual do copo na percepção geral do produto, conferindo um maior destaque à unidade central. A figura 105 corresponde a um conjunto de imagens foto-realistas da proposta final do copo e dos respetivos elementos agregados. Tal como na proposta da unidade central, é importante referir que as peças que compõem o conjunto do

copo não foram estudadas para exequibilidade de fabrico, de encaixes, resistência mecânica, entre outras questões técnicas. Grande parte do desenho e dimensionamento destes componentes foi baseado em robôs existentes, através de processos de engenharia inversa.

Para executar o movimento de rotação da tampa, foram inseridas duas patilhas laterais. De seguida, o utilizador pode levantar a tampa através de um movimento em alavanca, como se encontra ilustrado numa das imagens. Na zona inferior do copo, observa-se a zona das resistências de aquecimento, cujos pinos de ligação estão destacados. Tal como o sistema utilizado no robô *Cookii*, a libertação das lâminas requer apenas a rotação de duas patilhas. Tanto o copo principal como o copo medidor possuem marcações de capacidade, respetivamente, em litros e mililitros. A figura 106 demonstra o interior do copo, através de uma vista semi cortada do conjunto.



figura 106 Vista cortada do interior do copo

Espátula

Os testes de usabilidade do tópico 3.2 revelaram algum descontentamento, por parte dos utilizadores, em relação à espátula que acompanha o robô *Cookii*. No tópico 3.6 – Análise ergonómica e antropométrica – identificaram-se alguns pontos críticos de intervenção, no qual se definiu que a espátula devia ser alvo de melhoria. Como tal, desenhou-se uma proposta que visa resolver as falhas identificadas, representada na figura 107 através de uma imagem foto-realista do modelo CAD.

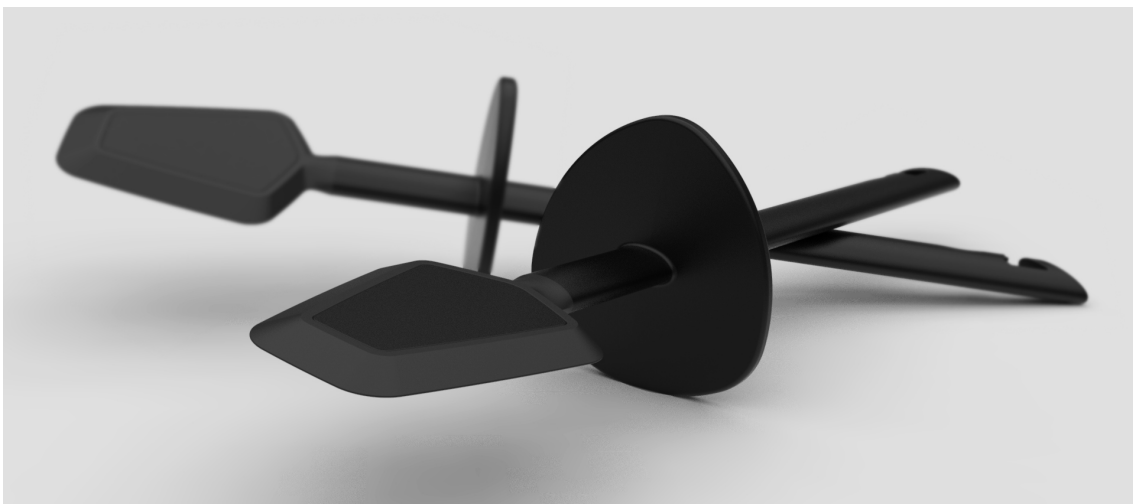


figura 107 Imagem foto-realista da proposta final da espátula

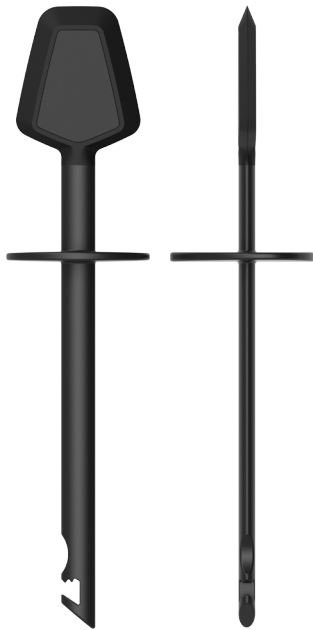


figura 108 Vistas da proposta final da espátula

Acessórios

A geometria da zona que serve para rapar o conteúdo é agora angulada para conseguir assentar na superfície do copo sem que a pala de proteção interfira, garantindo que a espátula consegue, efetivamente, executar a sua função. Pressupõe-se que esta espátula seja composta por dois materiais; um polímero rígido (polipropileno, por exemplo) correspondente à peça maior da espátula, e uma borracha com alguma elasticidade em torno da zona funcional para otimizar o contacto com a superfície. Na ponta oposta encontra-se um gancho destinado à remoção do cesto de cozedura, que é colocado dentro do copo, e ainda uma ligeira concavidade para acolher o dedo, assegurando uma pega mais segura. Estes detalhes são perceptíveis na figura 108.

Contrariamente às peças descritas no decorrer deste tópico, os acessórios observados na figura 109 não foram verdadeiramente alvo de desenvolvimento no âmbito do projeto. São um misto entre um processo de engenharia inversa dos acessórios dos robôs *Cookii* e *Chef Express*, e alguma adaptação dimensional e geométrica às peças desenvolvidas, especialmente ao copo e à tampa.



figura 109 Imagem foto-realista dos acessórios da proposta final

Componentes internos

Um dos pressupostos descritos no *brief* do projeto consiste na utilização dos componentes internos dos outros robôs da Flama, nesta nova proposta. Os ficheiros CAD, devidamente dimensionados, foram enviados pela empresa na forma de blocos, a fim de validar a sua integração na geometria da unidade central. Na figura 110 observam-se estes blocos posicionados segundo a porposta de integração de sistemas definida no tópico 3.3 – Análise do produto. O esquema de cores utilizado para facilitar a perceção dos componentes encontra-se legendado na imagem.

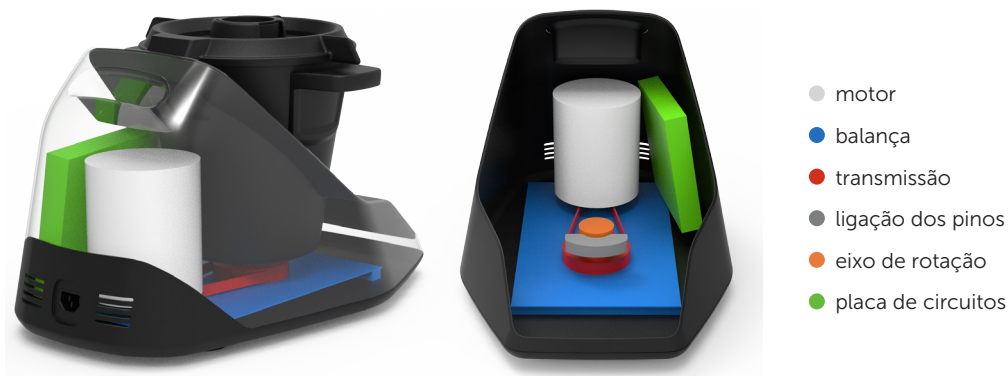


figura 110 Componentes internos inseridos na proposta final

3.7.4 Representação foto-realista

O presente subtópico explora a comunicação da proposta através da representação foto-realista do novo robô de cozinha. Nas imagens que se seguem, observa-se o produto com diferentes materiais e inserido em vários contextos de uso, reforçando a sua versatilidade. A escala humana permite destacar as dimensões do robô, que foram definidas com base no trabalho de pesquisa e experimentação realizado ao longo desta dissertação.



figura 111 Imagem foto-realista da proposta final



figura 112 Imagem foto-realista da proposta final (1)

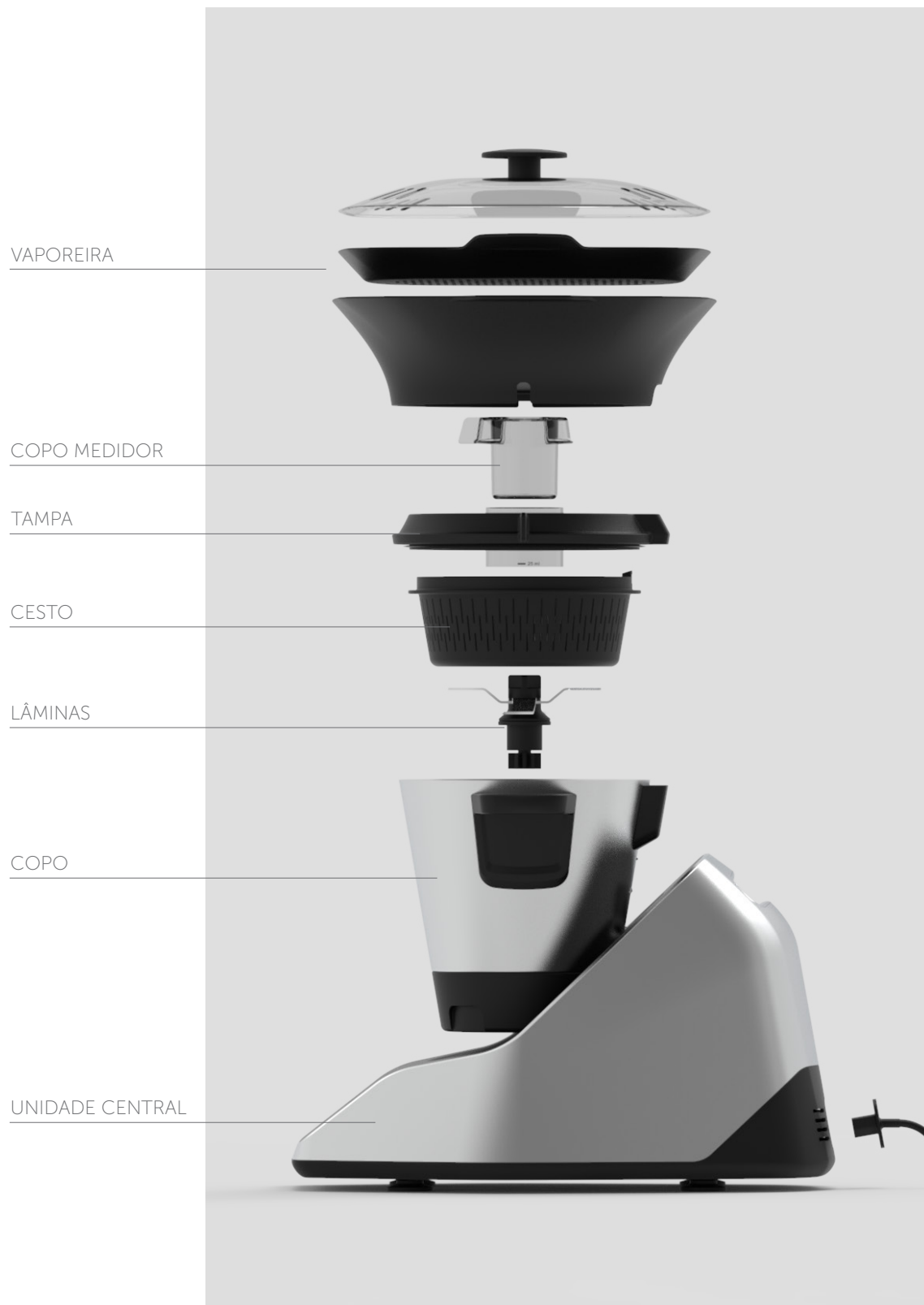


figura 113 Imagem foto-realista da proposta final explodida



figura 114 Imagem foto-realista da proposta final (2)





Nas figuras apresentadas nesta página, observa-se a proposta final inserida em dois estilos de cozinha diferentes. O acabamento da carcaça da unidade central varia consoante o contexto. No caso da figura 114, o acabamento em cobre proporciona um aspeto mais vibrante, contrastando com o aspeto escuro e neutro da cozinha. Por outro lado, o acabamento da unidade central da figura 115, pretende reduzir o impacto visual num ambiente já por si colorido e repleta de elementos.



figura 115 Imagem foto-realista da proposta final (3)



figura 116 Imagem foto-realista da proposta final (4)



figura 117 Imagem foto-realista da proposta final (5)



figura 118 Imagem foto-realista da proposta final (6)

Um dos pressupostos definidos para o projeto era possibilitar a integração da aplicação Cookii na interface da máquina. Como tal, a figura 119, representa uma imagem foto-realista da proposta final com a aplicação integrada.



figura 119 Imagem foto-realista da proposta final com app Cookii integrada

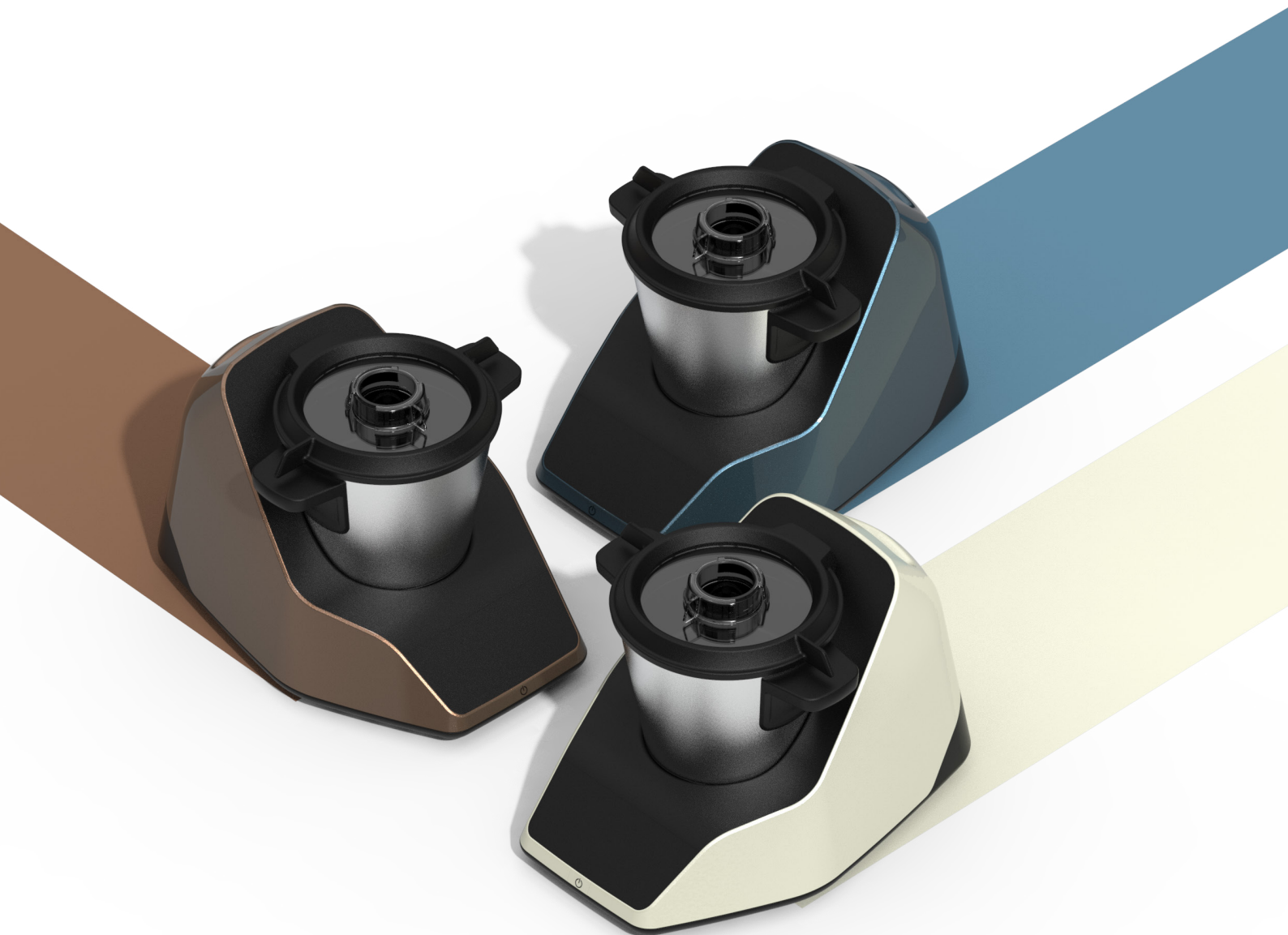


figura 120 Imagem foto-realista da proposta final (7)

A questão da personalização foi considerada ao longo do projeto de desenvolvimento da proposta. A figura 120 sugere três combinações de cores para a carcaça da unidade central. Estas cores ou acabamentos devem ser criteriosamente selecionados de acordo com o mercado-alvo do produto.

04

CONCLUSÃO

4.1 Considerações finais

4.2 Trabalhos futuros

4.1 Considerações finais

Nos processos de inovação incremental, o objetivo passa por adaptar uma tecnologia já existente e mediar a sua utilização no contexto definido. O incremento serve o propósito de aproximar a solução aos utilizadores. Com este trabalho podemos concluir que centrar o desenvolvimento projetual nos utilizadores permite-nos obter resultados adaptados às necessidades reais, responder a desafios de utilização e melhorar a experiência de uso.

Os processos participativos trazem inúmeros benefícios no desenvolvimento e concretização do projeto. Por mais abrangente que seja a perspetiva do designer sobre o tema, é imperativo recorrer aos utilizadores, para obter contributos que ajudem na identificação de problemas e dificuldades. Quando bem estruturada, a participação pode ser incluída em diferentes fases do projeto; no presente trabalho foi essencial a introdução de testes de usabilidade na fase de definição e desenvolvimento da proposta.

O desenvolvimento projetual em equipas multidisciplinares é um desafio que qualquer designer enfrenta. É essencial o designer agir como mediador e permitir que todos os elementos da equipa possam visionar os resultados. Este trabalho permitiu o desenvolvimento da proposta em parceria com a empresa Flama, tornando o processo mais enriquecedor. A possibilidade de ter contacto com os representantes da empresa em diferentes fases do projeto, ter acesso a informação interna e promover a partilha de conhecimentos e opiniões fortaleceu os resultados.

Desenvolver este trabalho num ambiente propício a uma prática projetual que integra diferentes momentos de maquetização e experimentação, como é o caso da Design Factory Aveiro, permitiu adotar um processo de desenvolvimento experimental, intercalando ferramentas de design de produto, tais como o desenho digital e a prototipagem física. O acompanhamento recebido pela equipa residente mostrou-se fundamental em diferentes momentos do trabalho.

O carácter iterativo do processo de desenho da unidade central, permitiu alcançar a forma final gradualmente, adicionando alterações ao longo do processo. A proposta final reflete o trabalho de investigação realizado: baseia-se na proposta de integração de sistemas, aborda questões levantadas pelos utilizadores nos testes de usabilidade e ainda considera dados antropométricos que melhoraram a ergonomia do produto.

4.2 Trabalhos futuros

Para a continuidade deste projeto, será pertinente estudar as peças e componentes do robô ao nível dos encaixes, da resistência mecânica e da exequibilidade produtiva. O desenho deverá ser alterado consoante as questões acima referidas.

De referir que as pegas laterais do copo não estão preparadas para produção, antecipa-se que a sua forma será alvo de transformações. Idealmente, deverão ser realizados novos testes ergonómicos em torno destes elementos.

Por fim, realçamos que a comunicação do produto e o seu posicionamento no mercado são também aspetos importantes a abordar. Estes aspetos irão influenciar a escolha de cores e acabamentos do produto, devendo este ser adaptado a diferentes mercados.

Bibliografia

Segundo a norma NP405

ABRANTES, Ricardo Jorge Dinis - **Reciclagem de Placas de Circuito Impresso: Otimização da Operação de Processamento Físico** [Em linha] [Consult. 10 jan. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395138343970/dis-serta%C3%A7%C3%A3o.pdf>.

AHLSTROM, Vicki; LONGO, Kelly - **Human Factors Design Standard** [Em linha] [Consult. 20 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ct03-5.pdf>.

ARRUDA, Márcia Bomfim De - **Considerações Acerca Do Uso De Máquinas Elétricas No Ambiente Doméstico**. Projeto História. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História. e-ISSN 2176-2767; ISSN 0102-4442. . ISSN 2176-2767. 35:2 (2009) 397–412.

ASHBY, M. F.; JOHNSON, Kara. - **Materials and design : the art and science of material selection in product design** [Em linha]. [S.l.] : Butterworth-Heinemann, 2002 [Consult. 6 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=xp5RYIhuEXo-C&dq=Shaping+Profiles+Injection+Molding&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s>. ISBN 0080468659.

BADEN-POWELL, Charlotte - **Architect's pocket book of kitchen design** [Em linha]. [S.l.] : Elsevier/Architectural Press, 2005 [Consult. 24 jul. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=s8csBgAAQBAJ&pg=PR4&pg=PR4&dq=isbn+0+7506+6132+1&source=bl&ots=g0GSd8RmSP&sig=A-CfU3U1hViNU7sjVxkUIZo9jHZWAXmU0JA&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKE-wi-8oKyz83jAhUIA2MBHc5dDdwQ6AEwAXoECAoQAQ#v=onepage&q=isbn 0 7506 6132 1&f=false>. ISBN 0750661321.

BANAFSA, Ahmed - **Secure and smart Internet of Things (IOT) : using Blockchain and AI** [Em linha]. [S.l.] : River Publishers, 2018 [Consult. 16 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.riverpublishers.com/book_details.php?book_id=669>. ISBN 9788770220309.

BARNUM, Carol M. - **Usability testing essentials : ready, set-- test!** [Em linha]. [S.l.] : Morgan Kaufmann Publishers, 2011 [Consult. 20 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=tzX3J81MAAMC&dq=product+usability+testing&lr=&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s>. ISBN 0123785537.

BELAZIZ, M.; BOURAS, A.; BRUN, J. - **Morphological analysis for product design. Computer-Aided Design**. 32:2000) 377–388. doi: 10.1016/S0010-4485(00)00019-1.

BUSCH, Akiko. - **Geography of home : writings on where we live** [Em linha]. [S.l.] : Princeton Architectural, 2004 [Consult. 27 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=G_P_GhvhxKgC&dq=kitchens+today&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s>. ISBN 1568984294.

CHARYTONOWICZ, Jerzy; LATALA, Dzoana - **Evolution of Domestic Kitchen**. [Em linha]. [S.l.] : Springer, Berlin, Heidelberg, 2011 [Consult. 24 jul. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-21666-4_38>. p. 348–357.

CHEN, Ryan - **Five Global Megatrends Reshaping Product Design** [Em linha], atual. 2018. [Consult. 1 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.bresslergroup.com/blog/five-global-megatrends-reshaping-product-design/>.

CHEN, Ryan - **Five More Global Megatrends Reshaping Product Design** [Em linha], atual. 2018. [Consult. 1 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.bresslergroup.com/blog/five-more-global-megatrends-reshaping-product-design/>.

COWAN, Ruth Schwartz - **More work for mother : the ironies of household technology from the open hearth to the microwave** [Em linha]. [S.l.] : Basic Books, 1983 [Consult. 2 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=9YM-1tAEACAAJ&dq=more+work+for+mother&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwicorWzjeTjAhW-CilwKHRDuB9gQ6AEIKTAA>. ISBN 0465047327.

DUMAS, Joseph S.; REDISH, Janice. - **A practical guide to usability testing** [Em linha]. [S.l.] : Intellect Books, 1999 [Consult. 20 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=4lge5k_F9EwC&oi=fnd&pg=PR9&dq=product+usability+testing&ots=vric8lgcBH&sig=ZaADlZ_Qh6QqJkuC_WVqJq5wFvg&redir_esc=y#v=onepage&q=product+usability+testing&f=false>. ISBN 1841500208.

FREITAS, Maria Teresa - **Bimby Case: Time to Market Innovation on Premium Products** [Em linha] [Consult. 18 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/25431/1/Time%20to%20market%20innovation%20on%20Premium%20products_Teresa%20Freitas%281%29%28PDF%29.pdf>.

HERNANDEZ ARELLANO, Juan Luis - **Handbook of research on ergonomics and product design**. ISBN 1522552359.

HILLER, Nancy R. - **The Hoosier cabinet in kitchen history** [Em linha]. [S.l.] : Indiana University Press, 2009 [Consult. 26 jul. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=Jh_6PAAACAAJ&dq=The+Hoosier+Cabinet+in+Kitchen+History+by+Nancy+R.+Hiller&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwjiorGm6tLjAhXCmFwKHxUbCJkQ6AEIK-TAA>. ISBN 0253314240.

IEA - **Definition and Domains of Ergonomics** [Em linha], atual. 2019. Disponível em WWW:<URL:https://www.iea.cc/whats/>.

KARWOWSKI, Waldemar - **International encyclopedia of ergonomics and human factors** [Em linha]. [S.l.] : CRC/Taylor & Francis, 2006 [Consult. 28 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=CqSA2DVm6nsC&dq=When+-designers+design+consumer+products,+they+have+to+makemany+choices.+One+o-f+these+is+the+assessment+of+the+target+usergroup.+Designing+for+literally+e-veryone,+or+100%25+or+the+targetusers,+may+result+in+a+very+expensive+produc-t+or+a+product+thatsuits+nobody+really+well&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s>. ISBN 041530430X.

MATOUSEK, Robert. - **Engineering Design : a Systematic Approach** [Em linha]. [S.l.] : Springer Netherlands, 1963 [Consult. 5 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=UP3dBgAAQBAJ&dq=importance+of+cooperation+between+designer-s+and+industry&hl=pt-PT&source=gbs_navlinks_s>. ISBN 9401093067.

RAIZMAN, David Seth. - **History of modern design : graphics and products since the Industrial Revolution**. [S.l.] : Laurence King, 2003. ISBN 1856693481.

PHEASANT, Stephen. - **Bodyspace : anthropometry, ergonomics, and the design of work**. [S.l.] : Taylor & Francis, 1996. ISBN 0748400672.

REID, Andy.; RALLS, Chris. - **Product design**. [S.l.] : Heinemann Educational, 2003. ISBN 0435413015.

SNODGRASS, Mary Ellen. - **Encyclopedia of kitchen history** [Em linha]. [S.l.] : Fitzroy Dearborn, 2004 [Consult. 24 jul. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books/about/Encyclopedia_of_Kitchen_History.html?id=SJGNAAQBAJ&redir_esc=y>. ISBN 1135455724.

SPECHTENHAUSER, Klaus. - **The kitchen : life world, usage, perspectives** [Em linha]. [S.l.] : Birkhäuser, 2006 [Consult. 2 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=xfPTAAAAQBAJ&hl=pt-PT>. ISBN 3764377232.

THOMPSON, Rob - **Manufacturing processes for design professionals** [Em linha]. [S.l.] : Thames & Hudson, 2007 [Consult. 8 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=NuF8NAAACAAJ&dq=manufacturing+processes+for+design+profes-sionals&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKewjsqaS2vPjAhVZSxUIHQrBDasQ6AEIKTAA>. ISBN 0500513759.

TRENTMANN, Frank - **The Oxford Handbook of the History of Consumption** [Em linha]. [S.l.] : Oxford University Press, 2012 [Consult. 24 jul. 2019]. Disponível em WWW:<URL:http://oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199561216.001.0001/oxfordhb-9780199561216>. ISBN 9780199561216.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D. - **Product Design and Development**. 5. ed. Singapore : McGraw-Hill, 2012. ISBN 978-007-108695-0.

WHITTEN, David O.; WHITTEN, Bessie E. - **Manufacturing : a historiographical and bibliographical guide** [Em linha]. New York : Greenwood Press, 1990 [Consult. 1 ago. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://www.worldcat.org/title/manufacturing-a-historiographical-and-bibliographical-guide/oclc/1023875087>. ISBN 9780313251986.

WICHANSKY, Anna M. - Usability testing in 2000 and beyond. **Ergonomics**. . ISSN 0014-0139. 43:7 (2000) 998–1006. doi: 10.1080/001401300409170.

WOLFORD, Nancy L.; CHEEVER, Ellen. - **Kitchen and Bath Design Principles: Elements, Form, Styles** [Em linha] [Consult. 24 jul. 2019]. Disponível em WWW:<URL:https://books.google.pt/books?id=JN0WBgAAQBAJ&pg=PA1&dq=kitchen+history&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwjcoJHO7M3jAhU6DGMBHTO6DM0Q6AEITjAF#v=onepage&q=kitchen%20history&f=false>. ISBN 9781118715659.

Índice de figuras

Figura 1	Double Diamond	5
Figura 2	Cozinha da casa Rundlet-May https://www.laphamsquarterly.org/roundtable/mild-medium-or-hot	14
Figura 3	Cozinha da residência de James Ballantyne em Ontário, Canadá https://www.flickr.com/photos/lac-bac/29416882122	14
Figura 4	Cartaz publicitário dos armários Hoosier https://dustyoldthing.com/hoosier-history-photos/	15
Figura 5	Cozinha da casa "Das Haus am Horn" (1923) https://www.pinterest.de/pin/151574343694156744/	15
Figura 6	Triturador de carne da marca Husqvarna (1900's) https://www.ebay.com/itm/Antique-Husqvarna-Meat-Grinder-8-Cast-Iron-Made-in-Sweden-1900s-/162974407105	17
Figura 7	Duster Model 200 by Hoover (1929) https://www.pinterest.pt/pin/402579654160259455/?lp=true	18
Figura 8	Moffat by Metters (1930) http://www.scootle.edu.au/ec/viewing/R6382/index.html	18
Figura 9	Monitor-top by General Electric (1933) https://www.albanyinstitute.org/ge-monitor-top-refrigerator.html	18
Figura 10	Cartaz publicitário da empresa Westinghouse (1952) https://flashbak.com/kitchen-laundry-miracles-vintage-appliances-and-the-women-that-loved-them-372152/	19
Figura 11	Linha temporal da evolução dos eletrodomésticos	20
Figura 12	Família de aparelhos da Amazon Alexa https://www.hifitest.de/news/bildergalerie/10861-Amazon-stellt-neue-Echo-Ger%C3%A4te-vor-Alexa-in-jedem-Zimmer/1	23
Figura 13	Frigorífico Samsung Family Hub https://www.pinterest.pt/pin/801077852439017331/?lp=true	23
Figura 14	Citroën C3 (2019) https://www.citroencl.cz/citroen-c3	24
Figura 15	Evolução cronológica da Thermomix	27
Figura 16	Comparação entre Thermomix e Chef Express	28
Figura 17	Fotomontagem dos robôs de cozinha concorrentes	29
Figura 18	Cartaz da Flama (1996) https://www.flama.pt/pt/empresa/a-flama/sobre/	31
Figura 19	Visita à fábrica (2018)	33
Figura 20	Representação simplificada de uma máquina de injeção https://blog.adafruit.com/2016/07/27/plastic-injection-molding-explained-and-how-billiards-and-elephant-ivory-lead-to-its-invention/	34
Figura 21	Representação esquemática do processo de estampagem	35

Figura 22	Robô Cookii (esquerda) e robô Chef Express (direita) na cozinha da DFA	42
Figura 23	Ingredientes dispostos na bancada	43
Figura 24	Utilizador a descascar legumes	43
Figura 25	Pesagem dos ingredientes	43
Figura 26	Utilizador a programar o robô	43
Figura 27	Utilizador a lavar o copo manualmente	44
Figura 28	Utilizador a preencher um inquérito	44
Figura 29	Interface da App Cookii	45
Figura 30	Inquério preenchido	46
Figura 31	Primeiro inquérito	48
Figura 32	Segundo inquérito	50
Figura 33	Representação esquemática das morfologias	54
Figura 34	Primeira morfologia	55
Figura 35	Segunda morfologia	55
Figura 36	Terceira morfologia	55
Figura 37	Quarta morfologia	56
Figura 38	Vista explodida do robô Chef Express http://www.chefexpress.pt/pt/a-chef-express-pecas/	57
Figura 39	Robô desmontado	59
Figura 40	Motor	59
Figura 41	Transmissão	60
Figura 42	Eixo de rotação e ligações dos pinos	60
Figura 43	Placa de circuitos impressos	61
Figura 44	Balança	62
Figura 45	Painel de controlo	62
Figura 46	Placa de circuitos impressos	63
Figura 47	Primeira proposta	64
Figura 48	Engrenagens cónicas https://www.unstocker.com/straight-bevel-gear.html	64
Figura 49	Segunda proposta	65
Figura 50	Terceira proposta	66
Figura 51	Esboços iniciais	72
Figura 52	Referências visuais	73
Figura 53	Desenhos das formas principais	74

Figura 54	Esboços da primeira fase	75
Figura 55	Desenho da primeira fase	75
Figura 56	Imagem foto-realista da primeira fase	76
Figura 57	Recorte das placas de poliestireno	76
Figura 58	Maqueta da primeira fase	77
Figura 59	Desenhos da segunda fase	78
Figura 60	Esboços da segunda fase	79
Figura 61	Maqueta da segunda fase	80
Figura 62	Planos de corte	80
Figura 63	Esboços da terceira fase	81
Figura 64	Desenho da terceira fase	81
Figura 65	Dimensões do utilizador e da bancada	85
Figura 66	Ângulo de visão da mulher percentil 5	86
Figura 67	Ângulo de visão do homem percentil 95	86
Figura 68	Tampa do robô KitchenAid Cook Processor https://www.galeria.de/KitchenAid-Cook-Processor-ARTISAN-5KCF0103-empire-rot/32525856.html?src=90L100001	87
Figura 69	Tampa do robô Vorwerk Bimby TM6 https://www.multiandmore.de/pt/multislider./bimby/161/multislider-seidenpink-rosa-fuer-tm31/tm5/tm6	87
Figura 70	Problema da espátula do robô Cookii	88
Figura 71	Pega do robô Taurus My Cook Legend https://www.latiendaencasa.es/preparacion-de-alimentos/A194686-robot-de-cocina-taurus-mycook-legend-cocina-facil/	89
Figura 72	Pega do robô Vorwerk Bimby TM6 https://thegadgetflow.com/portfolio/smart-food-processor-oven/	89
Figura 73	Pegas do robô Kenwood Cooking Chef http://christiansenff.de/produkt/kenwood-cooking-chef-gourmet/	90
Figura 74	Pegas do robô Kenwood KCook Multi https://www.deco.proteste.pt/eletrodomesticos/equipamentos-cozinha/testes/robos-de-cozinha/kenwood=-kcook-multi-cc401lwh28567/37101_?premiumPreview=true&sorter=TW-5073D_5126D_10031_910_1575&filter=	90
Figura 75	Desenhos dos tipos de pegas	90
Figura 76	Copo do robô Chef Express e vaso	91
Figura 77	Processo de prototipagem	91
Figura 78	Conjunto de fotografias da pega A	92
Figura 79	Conjunto de fotografias da pega B	93
Figura 80	Conjunto de fotografias das pegas C	93

Figura 81	Conjunto de fotografias das pegas D	94
Figura 82	Conjunto de fotografias das pegas E	94
Figura 83	Formulário dos testes ergonómicos	95
Figura 84	Utilizador a pegar no copo	96
Figura 85	Utilizador a entornar conteúdo	96
Figura 86	Utilizador a rapar conteúdo	97
Figura 87	Utilizador a preencher formulário	97
Figura 88	Desvios ulnar e radial https://www.researchgate.net/publication/291335993	98
Figura 89	Geometria do copo	101
Figura 90	Dimensões finais do copo	101
Figura 91	Dimensões gerais	102
Figura 92	Vista lateral baseada nas dimensões definidas	102
Figura 93	Tampa do robô Bosch Cookit http://www.technikzuhause.de/	103
Figura 94	Vista lateral baseada nas dimensões definidas	103
Figura 95	Desenho da proposta final	105
Figura 96	Primeiro modelo CAD da proposta final	105
Figura 97	Maqueta da proposta final	106
Figura 98	Comparação entre maquetas	107
Figura 99	Redimensionamento da proposta final	107
Figura 100	Conjunto de imagens foto-realistas da unidade central	108
Figura 101	Esboços das pegas do copo	110
Figura 102	Protótipos de três hipóteses de pegas	110
Figura 103	Testes ergonómicos das pegas impressas	111
Figura 104	Composição foto-realista da proposta final do conjunto de pegas	112
Figura 105	Conjunto de imagens foto-realistas do copo	113
Figura 106	Vista cortada do interior do copo	114
Figura 107	Imagem foto-realista da proposta final da espátula	114
Figura 108	Vistas da proposta final da espátula	115
Figura 109	Imagem foto-realista dos acessórios da proposta final	115
Figura 110	Componentes internos inseridos na proposta final	116
Figura 111	Imagem foto-realista da proposta final	117
Figura 112	Imagem foto-realista da proposta final (1)	118

Figura 113	Imagem foto-realista da proposta final explodida	119
Figura 114	Imagem foto-realista da proposta final (2)	120
Figura 115	Imagem foto-realista da proposta final (3)	121
Figura 116	Imagem foto-realista da proposta final (4)	122
Figura 117	Imagem foto-realista da proposta final (5)	123
Figura 118	Imagem foto-realista da proposta final (6)	123
Figura 119	Imagem foto-realista da proposta final com app Cookii integrada	124
Figura 120	Imagem foto-realista da proposta final (7)	125

Anexo 1

Benchmarking



		HOTPOINT ARISTON MC057AX0	CECOTEC Mambo Silver	KENWOOD CCC200WH Kcook	PINGO DOCE Chef Express	YÄMMI 2 Upgrade	SILVERCREST Monsieur Cuisine Connect	MOULINEX Cuisine Companion	YÄMMI 2 XL	IDEIA CASA Cooksy
Características	Preço (€)	174,97	202,29	250,07	299	343,2	359	372	375,2	390
	Potência (W)	570	1700	850	1500	1500	1200	1550	1500	1100
	Velocidades	1 a 10	-	-	1 a 10	1 a 11	1 a 10	1 a 12	1 a 11	1 a 10
	Função Turbo	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
	Balança	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
	Temperatura	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Temporizador	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Funções	Bater	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Molhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Massa pão	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Triturar	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Picar	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Ralar	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Laminar	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Equipamento	Nº copos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nº de níveis da vaporeira	1	1	1	2	2	2	1	1	2
	Arrumação para acessórios	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Enrolador de cabo	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	Livro de receitas	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dimensões	Peso (g)	4000	5470	4000	7000	7000	9250	6000	7000	5000
	Capacidade (l)	2,5	3,4	2,5	3,1	3,6	4,57	4,4	5,2	2,8
	Altura (cm)	34	32	26	29	35	37	33	37	30
	Comprimento (cm)	32	27	33	30	30	49	40	26	23
	Largura (cm)	21	40	27	38	38	32	32	42	41
	Comprimento do cabo (cm)	89	106	101	107	84	114	143	83	154

											
KENWOOD KCook Multi CCL401WH	MOULINEX Companion XL HF806E13	IDEIA CASA Mamy Gourmet	TAURUS My Cook Legend	MOULINEX HF9001 I- Companion	KENWOOD Cooking Chef Major KM096	MOULINEX HF906B10 I- Companion XL	TAURUS My Cook Touch	KENWOOD KCC9060S	VORWERK Bimby TM5	KENWOOD Cooking Chef KM086	VORWERK Bimby TM6
437	471,83	590	592,1	608,9	625	701,8	913,86	998	1224	1249	1275
2350	1550	1200	1600	1550	1100	1550	1600	2000	1500	2000	1500
1 a 12	-	1 a 10	1 a 10	1 a 13	1 a 6	-	-	1 a 6	1 a 10	1 a 7	1 a 10
Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1
1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2
Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
7000	7000	6000	7000	7000	14000	8000	7000	13000	8000	13000	8070
4,4	4,45	3	2,9	4,5	6,7	4,5	2,9	6,5	3,1	6,3	3
30	33	30	31	33	38	34	30	38	33	37	35
28	38	41	31	39	33	39	36	34	33	32	33
38	32	25	37	32	41	32	37	41	33	40	33
87	139	153	108	135	103	140	113	108	105	108	108