



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Faculdade de Artes e Letras

CuboChef

Mesa Inteligente e Interactiva para Cozinhas Domésticas

Bruno Miguel Jesus Mateus

Relatório de Projecto
Para obtenção do Grau de Mestre em
Design Multimédia
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof.^a Doutora Catarina Isabel Grácio de Moura

Covilhã, Outubro de 2012

“Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da ignorância que podemos solucioná-los.” (Isaac Asimov)

Dedicatória

Com muito orgulho, dedico este mestrado à minha Mãe, pelo enorme esforço e sacrifícios que fez, sozinha, para me possibilitar chegar até aqui na minha formação acadêmica.

Um eterno muito obrigado!

Agradecimentos

Concluída mais uma etapa, esta especialmente importante, não poderia deixar de manifestar o meu enorme agradecimento a todos os que me apoiaram e acompanharam ao longo desta caminhada e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À professora Catarina Moura pelo apoio, motivação, partilha de conhecimentos, acompanhamento e orientação.

À professora Águeda Simó pela ajuda, partilha de conhecimentos técnicos e práticos.

À minha mãe, por todo o esforço que fez para que pudesse chegar até aqui, pela dedicação, coragem e apoio incondicional que sempre me transmitiu.

Ao meu irmão por todo o apoio e motivação.

À Marta Esteves, pelo acompanhamento, ajuda e motivação em todos os momentos mas em especial nos mais complicados.

Por último, mas não menos importante, a todos os meus amigos e colegas, por toda a ajuda e momentos de boa disposição, em especial ao Filipe Martins e Tiago Esteves por me acompanharem sempre.

A todos, o meu muito obrigado.

Resumo

Actualmente, devido à evolução da tecnologia, é cada vez mais recorrente a procura de soluções de interacção mais naturais com o computador. Neste sentido surgem as superfícies com tecnologia multitoque que estão cada vez mais presentes no quotidiano do ser humano, tanto ao nível pessoal, como empresarial ou social.

Este relatório apresenta a evolução da tecnologia multitoque, tanto ao nível de *hardware* como de *software*, desde a sua criação até ao estado de desenvolvimento actual, analisando de forma mais detalhada as tecnologias actuais de construção e funcionamento destes sistemas. Esta análise possibilitou obter o conhecimento necessário para construir um protótipo de uma mesa com tecnologia multitoque, recorrendo a um sistema de construção de baixo custo e com um funcionamento estável.

Para além da construção do protótipo da mesa, desenvolveu-se ainda uma aplicação interactiva no Adobe Flash Cs6 e programada em *Action Script 3*, que em conjunto com o protótipo da mesa resultou no projecto final de Mestrado em Design Multimédia.

Este projecto final consiste na concepção de uma mesa inteligente e interactiva (através de toque e gestos), que pretende facilitar e dinamizar as tarefas realizadas nas cozinhas domésticas (ex.: receitas, informação dos alimentos e compras online), oferecendo ainda uma nova dinâmica a este espaço com a introdução de pequenas subaplicações que permitem criar não só um ambiente de bem-estar e lazer (ex.: musica e jogos), mas também um ambiente de produtividade pessoal e profissional (ex.: e-mail, notícias e redes sociais).

Palavras-chave

Multitoque, Interacção humano-computador, Comandos gestuais, Mesa Interactiva Multitoque, Interface Tangível.

Abstract

Currently, due to the evolution of technology, the demand for solutions that allow a more natural interaction with the computer becomes increasingly frequent. Thus it's natural that multitouch technology surfaces and interfaces become increasingly present in our daily lives, at a personal, entrepreneurial as well as social level.

This report presents the evolution of multitouch technology, regarding both hardware and software, from its inception to the present stage of development, analyzing in more detail the current technologies of construction and operation of these systems. This analysis allowed us to obtain the knowledge needed to build a prototype of a table with multitouch technology, using a construction system with low cost and stable operation.

Besides building the table prototype, we also developed an interactive application in Adobe Flash Cs6 and programmed in *Action Script 3*, which together with the prototype of the table resulted in the final project to achieve our Master's degree in Multimedia Design.

This final project consists in the design of an interactive and intelligent table (through touch and gesture), which aims to facilitate and give dynamism to the tasks performed in domestic kitchens (e.g. recipes, food information and online shopping), presenting a new dynamic to this space with the introduction of small sub-applications that allow not only create an atmosphere of well-being and entertainment (e.g. music and games), but also an environment of personal and professional productivity (e.g. e-mail, news and social networks).

Keywords

Multitouch, Human-Computer Interaction, Gesture Commands, Interactive Multitouch Table, Tangible Interface.

Índice

Dedicatória	v
Agradecimentos	vii
Resumo e Palavras-Chave	ix
Abstract & Keywords	xi
Índice	xiii
Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xvii
Lista de Acrónimos	xix
Introdução	1
1 Motivação	1
2 Objectivos	2
3 Estrutura	2
1 Interfaces e Tecnologia Multitoque	5
1.1 Conceito	5
1.2 Evolução histórica	8
1.3 Tecnologias	10
1.3.1 Resistivo	10
1.3.2 Capacitivo	11
1.3.3 Óptico	12
1.3.3.1 FTIR	12
1.3.3.2 DI	13
1.3.3.3 LLP	14
1.3.3.4 DSI	15
1.4 Software	16
1.4.1 reacTIVision	18
1.4.2 CCV	19
1.5 Aplicações	20
2 Mesas Interactivas Multitoque	23
2.1 Conceito	23
2.2 Estado da Arte	24

3 Projecto	27
3.1 Ideia e Conceptualização	27
3.2 Objectivos	28
3.3 Planeamento	29
3.4 Organograma	30
3.5 Tecnologia Utilizada	31
3.5.1 Tecnologia Hardware	31
3.5.2 Tecnologia Software	33
3.6 Design	33
3.6.1 Interactividade	34
3.6.2 Esquema de Navegação	38
3.6.3 Concepção Gráfica	39
3.6.3.1 Elementos e Aplicações	41
3.6.3.2 Tipografia	51
3.6.3.3 Animações e Sons	51
4 Protótipo	53
4.1 Construção e Adaptação	53
4.2 Material Utilizado	55
4.3 Medidas do Protótipo	57
4.4 Testes Finais e Resultados	58
Conclusão	59
Referências Bibliográficas	61
Referências Electrónicas	62
Anexos	63
Anexo 1 - Imagens da Subaplicação Gmail	63
Anexo 2 - Imagens da Subaplicação Drive	64
Anexo 3 - Imagens e Programação da Subaplicação Maps	65
Anexo 4 - Imagens da Subaplicação Youtube	66
Anexo 5 - Imagens da Subaplicação Notícias	67
Anexo 6 - Imagens da Subaplicação Lojas-Online	68

Lista de Figuras

Figura 1 - Demonstração da Interacção Através do Toque.	5
Figura 2 - Exemplo TouchScreen.	6
Figura 3 - Exemplo TouchPad.	6
Figura 4 - Gestos Reconhecidos no Multitoque.	7
Figura 5 - Computador Plato IV.	8
Figura 6 - Ilustração da Mesa de Pierre Wellner.	9
Figura 7 - Funcionamento Sistema Resistivo.	10
Figura 8 - Funcionamento Sistema Capacitivo.	11
Figura 9 - Funcionamento Sistema FTIR.	13
Figura 10 - Funcionamento Sistema DI (Rear DI).	14
Figura 11 - Funcionamento Sistema LLP.	15
Figura 12 - Funcionamento Sistema DSI.	16
Figura 13 - Sistema de Funcionamento TUIO.	17
Figura 14 - Imagem do Software reacTIVision.	18
Figura 15 - Imagem do Software CCV.	20
Figura 16 - Mesa reacTable.	21
Figura 17 - Exemplo de Mesa Multitoque.	23
Figura 18 - Mesas Restaurante Inamo.	24
Figura 19 - Microsoft Surface 2.0.	25
Figura 20 - Organograma.	30
Figura 21 - Exemplo de Toque Simples.	35
Figura 22 - Exemplo de Dois Toques.	35
Figura 23 - Exemplo de Toque com Arrastamento.	36
Figura 24 - Exemplo de Toque com Dois Dedos Afastando (esquerda) ou Aproximando (direita).	36
Figura 25 - Exemplo de Toque com Dois Dedos Efectuando uma Rotação.	37
Figura 26 - Esquema de Navegação.	38
Figura 27 - Interface Adobe Photoshop CS6.	39
Figura 28 - Interface Adobe Illustrator CS6.	40
Figura 29 - Interface Adobe Flash CS6.	40
Figura 30 - Relógio <i>Stand-by</i> .	41
Figura 31 - Ícones Menus.	42
Figura 32 - Relógio Digital.	42
Figura 33 - Transição e Cores do Fundo de Ecrã.	43
Figura 34 - Subaplicação Web - Gmail.	44
Figura 35 - Subaplicação Web - Pesquisa.	44
Figura 36 - Subaplicação Web - Drive.	45

Figura 37 - Subaplicação Web - Maps.	46
Figura 38 - Subaplicação Web - Youtube.	46
Figura 39 - Subaplicação Web - Facebook.	47
Figura 40 - Interface da subaplicação - Música.	48
Figura 41 - Interface da subaplicação - Notícias.	49
Figura 42 - Interface da Subaplicação Compras - Lojas Online.	49
Figura 43 - Interface do Timer.	50
Figura 44 - Imagens 3D do Protótipo.	53
Figura 45 - Protótipo Inicial.	54
Figura 46 - Segundo Protótipo.	54
Figura 47 - Base Câmaras e Lasers Infravermelhos.	55
Figura 48 - Desconstrução da Mesa - Elementos.	56
Figura 49 - Medidas do Protótipo - Exterior.	57
Figura 50 - Medidas do Protótipo - Interior.	57
Figura 51 - Medidas do Protótipo - Base dos Lasers e Câmara.	58

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Vantagens do Sistema DI (Rear DI).

32

Lista de Acrónimos

UBI	Universidade da Beira Interior
AS3	Action Script 3
CCV	Community Core Vision
FTIR	Frustrated Total Internal Reflection
LLP	Laser Light Plane
DI	Diffused Illumination
DSI	Diffused Surface Illumination
NUI	Natural User Interface
GUI	Gesture User Interface
TUI	Touch User Interface
N.A.	Nota de Autor
N.T.	Nota de Tradutor
DM	Design Multimédia
LIMI	Laboratório de Instalações Multimédia Interactivas
ID	Identificador
VJ	Video Jockey
MIT	Massachusetts Institute of Technology

Introdução

O uso dos tradicionais periféricos (teclado e rato) de comunicação entre o homem e o computador tem-se tornado obsoleto ao longo dos últimos anos, uma vez que têm vindo a ser desenvolvidas novas formas de se interagir com o computador, mais simples, naturais e práticas.

Dentro destas novas formas de interagir com a “máquina” podemos encontrar a tecnologia do toque e multitoque, sendo que ambas as tecnologias funcionam através do toque directo sobre uma superfície que reconhece esse toque e possibilita desta forma manipular um ou vários objectos. No entanto a tecnologia do multitoque, que pode ser considerada uma evolução da tecnologia de toque, tem a vantagem de possibilitar a realização de gestos com um ou mais dedos, tornando a interacção ainda mais natural e intuitiva, pois tal como acontece ao longo da nossa vida, a interacção e manipulação com os objectos reais é feita através do toque.

No entanto para que esta tecnologia seja usada com sentido, é necessário analisar as vantagens e desvantagens da sua utilização nos diversos objectos computacionais, bem como a forma de funcionamento e forma de produção possível de aplicar a cada tipologia projectual.

É dentro deste panorama das novas tecnologias que surge o projecto CuboChef, projecto final de Mestrado em Design Multimédia desenvolvido na Universidade de Beira Interior, mais precisamente no Laboratório de Instalações Multimédia Interactivas.

Este projecto consiste na criação de uma mesa com tecnologia multitoque e uma aplicação interactiva que permita dar uma nova dinâmica ao espaço da cozinha domestica. Esta aplicação possibilita ao seu utilizador realizar diversas tarefas, não apenas de suporte ao espaço em que se encontra a mesa (como receitas e informações dos alimentos), mas também de ajuda no quotidiano do ser-humano (permitindo acesso à internet e redes sociais, momentos de lazer com música e jogos, compras domésticas e *take-away*).

1 Motivação

Embora existam, actualmente, diversos produtos comerciais que recorrem à tecnologia do multitoque, este campo da interacção homem-computador está ainda pouco explorado, visto que se trata de uma tecnologia que permite a sua adaptação a diversos meios, ambientes e superfícies. Deste modo existem ainda ínfimos locais onde se pode aplicar a tecnologia e desenvolver aplicações que permitam melhorar a qualidade de vida do ser-humano.

Deste modo por se tratar de uma tecnologia inovadora que se encontra em expansão, representa um desafio na sua concepção e adaptação.

Transportar a tecnologia do multitoque para o meio da cozinha doméstica através de uma aplicação que possibilite manipular, com recurso ao uso do toque e gestos, os objectos virtuais directamente sobre os mesmos, para além de ser uma novidade é também uma ideia que se torna bastante interessante, pois no ambiente de cozinha o uso de periféricos como teclado e rato não fazem qualquer sentido uma vez que retiram a liberdade de movimentos ao utilizador, para além de que, devido aos elementos usados nas cozinhas, como líquidos, granulados, entre outros, torna inviável o uso de tais periféricos.

2 Objectivos

O presente trabalho tem como objectivo principal criar um elemento futurista com recurso a tecnologia inovadora.

Neste sentido tenciona-se desenvolver uma mesa, inteligente e interactiva, que se insere num ambiente de cozinha doméstico. Oferecendo uma nova dinâmica, não apenas por facilitar e ajudar o utilizador nas tarefas diárias realizadas neste espaço, mas também possibilitando o acesso a outros ambientes como internet, compras domésticas, música, jogos, entre outros.

Esta mesa, que foi concebida de raiz, foi também planeada de forma a fazer uso da tecnologia do multitoque, pois esta tecnologia permite tornar a experiência de utilização muito agradável, natural e intuitiva, que se adapta perfeitamente ao ambiente da cozinha.

3 Estrutura

Além da introdução que apresenta uma visão geral do projecto, este relatório encontra-se organizado em cinco outros capítulos.

No primeiro capítulo abordam-se as interfaces e tecnologias multitoque onde se faz uma apresentação e evolução temporal da tecnologia de multitoque, bem como as tecnologias existentes actualmente, o seu modo de funcionamento e quais os programas *software* de apoio a estas tecnologias, finalizando-se com as aplicações desta tecnologia.

No capítulo que se segue são abordadas as mesas interactivas multitoque, onde é feito um estado da arte relativo às mesas existentes que se relacionam com o projecto, apresentando projectos tanto ao nível comercial e personalizado ao cliente, como ao nível pioneiro.

No terceiro capítulo são apresentados os detalhes mais relevantes do projecto CuboChef, bem como as decisões tomadas durante o processo de desenvolvimento. Começando através da explicação do conceito e dos objectivos, passando pelo planeamento e organograma realizados para o desenvolvimento do projecto, e concluindo com a justificação da tecnologia utilizada e do design escolhido para cada elemento da aplicação final.

No seguinte e último capítulo é apresentada de forma detalhada a construção e adaptação do protótipo físico e a estrutura da mesa CuboChef, mostrando ainda o material utilizado, as medidas da estrutura e finalizando com a apresentação dos testes e resultados finais.

Por último são apresentadas as conclusões resultantes da elaboração do projecto, assim como as sugestões de trabalhos futuros para a evolução do projecto e inspiração para projectos semelhantes.

Capítulo 1

Interfaces e Tecnologia Multitoque



Figura 1 - Demonstração da Interacção Através do Toque. - imagem retirada de <http://downloads.open4group.com/wallpapers/1024x768/touch-12252.html>

O presente Projecto utiliza na sua essência conceptual a interface e tecnologia multitoque, devido à sua forma de interacção natural, simples e intuitiva, realizada por meio de toque numa superfície.

Nesta secção é abordado o conceito de multitoque, assim como a sua evolução histórica, tecnologias e aplicações diversas que utilizam a tecnologia como ferramenta de interacção.

1.1 Conceito

O multitoque, é uma tecnologia de interfaces tangíveis para a interacção homem-computador que se baseia numa acção física como um toque de um ou mais dedos/ objectos numa superfície que detecta esses contactos.

As interfaces tangíveis são, por norma, orientadas verticalmente¹ ou horizontalmente² de forma a adaptarem-se à sua tarefa, e dividem-se em duas categorias, a de *TouchScreen*³ e a de *TouchPad*⁴.



Figura 2 - Exemplo TouchScreen. - imagem retirada de <http://thinkorthwim.com/wp-content/uploads/2007/01/02aug-sw7s-cintiq.jpg>



Figura 3 - Exemplo TouchPad. - imagem retirada de http://brentbat.files.wordpress.com/2011/01/wacom_intuos_tablet2.jpg

A diferença entre estes dois tipos de interacção tangível, é que no primeiro exemplo (Figura 2) a interacção com a interface gráfica é feita de forma directa, manipulando o objecto com gestos/ toques efectuados sobre ele directamente. Já no segundo exemplo (Figura 3) esta interacção é feita de forma indirecta, o objecto é projectado num local e é manipulado noutro local através de uma superfície independente.

¹ N.A.: Interfaces tangíveis verticais - são considerados, por ex. ecrãs de computador e televisões.

² N.A.: Interfaces tangíveis horizontais - são considerados, por ex. mesas interactivas.

³ N.T.: *TouchScreen* - Ecrã táctil.

⁴ N.T.: *TouchPad* - Painel táctil.

Uma das vantagens no multitoque face a outras tecnologias existentes actualmente, tal como o “toque único”⁵ ou o teclado e rato, é o facto de ser uma tecnologia que permite vários toques em simultâneo, desta forma possibilita também a interacção de vários utilizadores em simultâneo (Selker, 2008). Outra vantagem é a forma de comunicação homem-computador que se torna mais eficiente, simples e natural, tornando o mundo virtual e real muito próximos um do outro.

O que torna o multitoque uma ferramenta tao adaptável ao ser humano, é a quantidade de gestos que se podem realizar numa superfície tangível.

Existe um conjunto de 20 gestos (Figura 4) considerados naturais e intuitivos, que são detectados e reconhecidos pelas interfaces multitoque, no entanto e para que estes sejam reconhecidos é fundamental que sejam bem executados e que exista uma boa comunicação entre *software* e *hardware* (Garofalo, 2010).

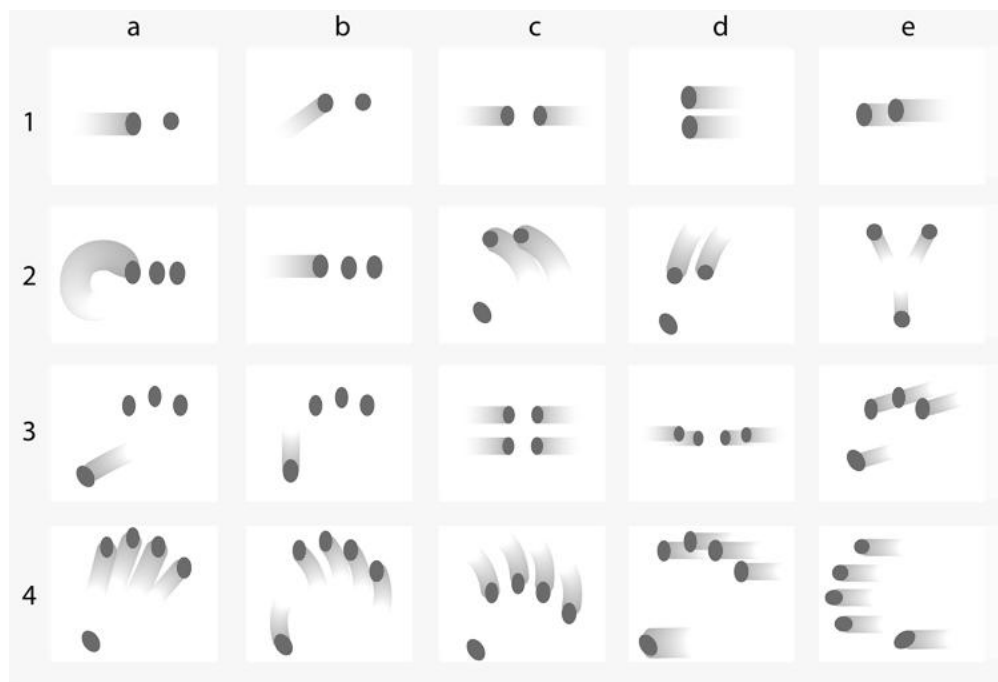


Figura 4 - Gestos Reconhecidos no Multitoque. - imagem retirada de <http://nuigroup.com/gestureillustrations.png>

Nas superfícies mais inovadoras e avançadas tecnologicamente, é possível reconhecer se o toque foi feito por uma pessoa ou por um objecto, distinguindo-os e interagindo apenas com o toque humano.

⁵ N.A.: “toque único” - as primeiras interfaces que utilizavam o toque como forma de interacção, apenas permitiam o toque singular ou seja apenas um toque único de cada vez.

1.2 Evolução Histórica

A utilização do toque para interagir com os objectos electrónicos já era uma realidade antes do transporte para o computador pessoal, os primeiros objectos a ter uma interface táctil, foram os instrumentos musicais electrónicos. Hugh Le Caine e Bob Moog, pioneiros na construção deste tipo de instrumentos, experimentaram o uso de sensores sensíveis ao toque para controlar os sons que estes emitiam.

Mais tarde em 1960 a *IBM*⁶ constrói as primeiras telas tácteis. No entanto só em 1972 é que surge o primeiro computador (PLATO IV - Figura 5) com uma área táctil, tratava-se de um computador para uso educacional.



Figura 5 - Computador Plato IV. - imagem retirada de www.library.uiuc.edu/archives/archon/?p=digitallibrary/digitalcontent&id=1478

Após estes primeiros paços na tecnologia táctil surge em 1982 os primeiros sistemas multitoque, criados a partir de um trabalho pioneiro realizado na universidade de Toronto (Buxton, 2007). No ano seguinte a *Bell Labs*⁷ publicou uma discussão sobre as interfaces multitoque, intitulada "*Soft Machines: A Philosophy of User-Computer Interface Design*", e em 1984 desenvolveu uma tela que permitia modificar imagens com mais de uma mão. (Nakatani & Rohrlich, 1983)

No entanto em 1991 um artigo de Pierre Wellner sobre a sua mesa multitoque, cativou a atenção de empresas e entusiastas, impulsionando esta tecnologia. Esta mesa utilizava um conceito e uma tecnologia muito interessantes e que ainda hoje são utilizados (o projecto

⁶ N.A.: *IBM - International Business Machines* empresa americana voltada para as tecnologias da informação e informática.

⁷ N.A.: *Bell Labs* - ou *Bell Telephone Laboratories*, era originalmente o braço de pesquisa e de desenvolvimento AT&T (American Telephone and Telegraph) dos Estados Unidos, desenvolvendo uma série de tecnologias consideradas revolucionárias desde comutadores telefónicos, cabos de telefone, transístores, LEDs, lasers, a linguagem de programação C e o sistema operativo Unix.

que se apresenta utiliza alguns princípios desta técnica, embora que, de forma adaptada e melhorada). O funcionamento era simples, no tecto havia uma câmara e um projector virados para uma mesa colocada por baixo com um alinhamento perpendicular, desta forma, o projector fazia com que a mesa funcionasse como um ecrã e a câmara detectava todas as interações feitas pelo utilizador. (Wellner, 1991)

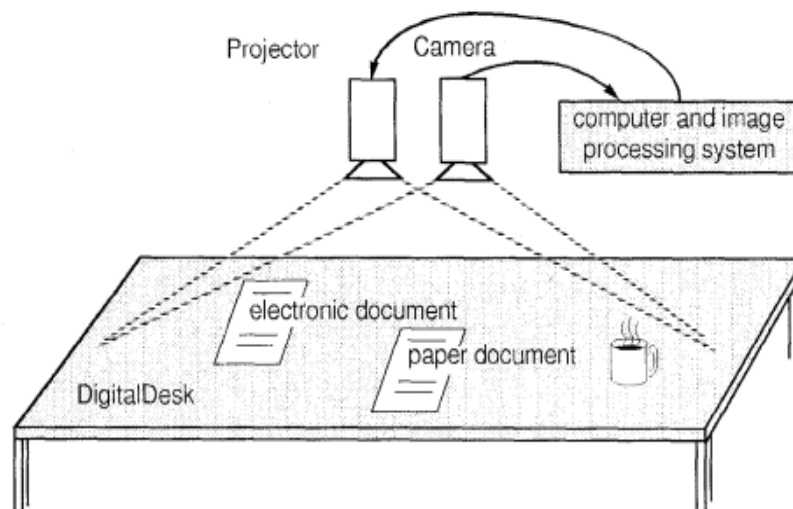


Figura 6 - Ilustração da Mesa de Pierre Wellner. - imagem retirada de “*The DigitalDesk calculator: tangible manipulation on a desk top display*” P.28 (Wellner, 1991).

No início do sec.XXI, algumas empresas desenvolveram novos projectos a partir dos conceitos básicos de Pierre Wellner. O popularmente conhecido filme *Minority Report*⁸ de 2002 despertou a nível mundial uma grande curiosidade sobre a tecnologia, não só a nível empresarial como a nível do utilizador/ consumidor. Após este momento, várias empresas começaram a desenvolver os seus produtos tácteis, no entanto, apenas em 2007 a Apple revolucionou com o lançamento do primeiro telemóvel multitoque com reconhecimento de toque e gestos até 3 dedos.

Desde então esta tecnologia tem evoluído significativamente e ganhou uma enorme importância ao longo dos últimos anos na área do *design* de interacção. Esta importância deve-se ao facto de ter uma interacção homem-computador muito intuitiva, comunicativa e natural, que assim se torna um factor de elevada importância para a vida no dia-a-dia do homem. (Ishii & Ullmer, 1997)

⁸ *Minority Report* - Filme de ficção científica lançado em 2002, dirigido por Steven Spielberg. A história é baseada num livro com o mesmo nome do filme, de Philip K. Dick publicado em 1956.

1.3 Tecnologias

Ao longo dos anos têm sido desenvolvidas e melhoradas diversas tecnologias no universo dos sistemas tácteis, construídas em diferentes configurações e adaptadas para os mais variados fins, as tecnologias mais comuns de multitoque podem ser reconhecidas pelo seu funcionamento.

Para este trabalho irão ser focadas três tipos de tecnologia distintos, o resistivo, o capacitivo e o óptico. Esta última tecnologia irá ser abordada de forma mais detalhada devido à sua maior importância para este projecto.

1.3.1 Resistivo

Um ecrã táctil de tipo resistivo é constituído por duas películas transparentes e condutoras, colocadas em sobreposição paralelamente sem nunca se tocarem. Para tornar o dispositivo táctil, estas películas são colocadas imediatamente acima do ecrã/ projecção.

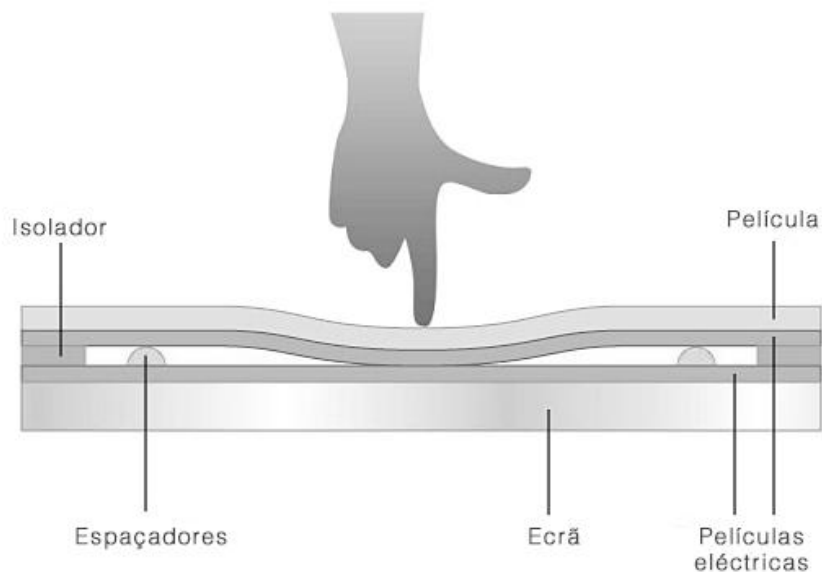


Figura 7 - Funcionamento Sistema Resistivo. - imagem retirada de www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel

O modo de funcionamento é activado quando as películas tocam uma na outra, fechando um circuito no local de contacto. Cada zona das películas é composta por cargas eléctricas distintas, e ao haver um toque, o circuito é fechado e o sistema calcula a intensidade da voltagem final que traduz em coordenadas, identificando dessa forma ao local do contacto. (Bhalla & Bhalla, 2010)

Esta tecnologia que tem um custo de produção de valor médio, permite o toque de objectos para além do dedo humano, e é utilizada em alguns dispositivos móveis como telemóveis e tablets, computadores com pequenos ecrãs tácteis, entre outros.

No entanto é uma tecnologia muito limitada pois apenas permite um toque único, necessita que seja calibrada/ reconfigurada constantemente, devido à existência de duas películas sobrepostas, o visionamento do ecrã é afectado, desfocando a sua imagem. A precisão é de 75% a 85%. (Buxton, 2007)

1.3.2 Capacitivo

Os ecrãs capacitivos são constituídas por duas películas sobrepostas paralelamente sem qualquer espaço entre elas, uma serve apenas de segurança e proteção, enquanto que a outra é composta por um material que é alimentado por uma baixa tensão eléctrica de modo a armazenar uma pequena carga eléctrica. (Landim, 2011)

O modo de funcionamento é relativamente simples, a tela capacitiva é composta por uma grelha de micro fios laminados com uma carga eléctrica, e quando esta é tocada pelo dedo humano, existe uma transferência de cargas que é detectada e controlada por um sensor que determina a localização do toque indirectamente a partir da mudança na tensão eléctrica medida a partir dos quatro cantos dos paineis. (Bhalla & Bhalla, 2010)

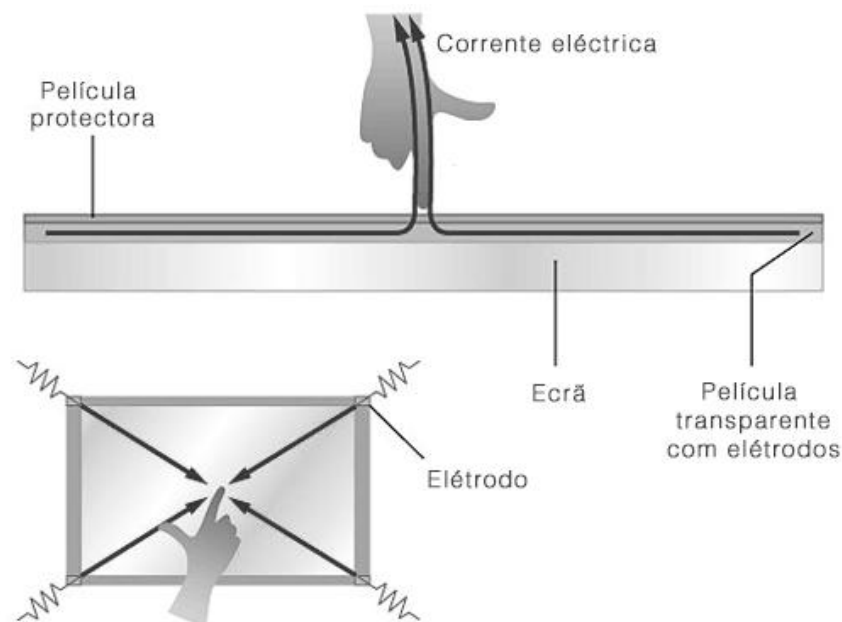


Figura 8 - Funcionamento Sistema Capacitivo. - imagem retirada de www.eizo.com/global/library/basics/basic_understanding_of_touch_panel

Este tipo de tecnologia possibilita uma excelente visualização do ecrã, tem também uma durabilidade bastante alta devido à película protectora e à inexistência de peças móveis. Não necessita de calibração e consegue uma precisão de 100%.

Tem um custo de produção mais elevado comparativamente com a tecnologia resistiva, exclui a interactividade com qualquer tipo de objectos, permitindo apenas dois tipos de contactos, os realizados pelo ser-humano (devido à transferência de energia) e o de canetas criadas para o efeito, estas simulam a carga eléctrica humana e assim possibilitam a sua utilização neste tipo de ecrãs. (Buxton, 2007; Bhalla & Bhalla, 2010)

1.3.3 Óptico

Os sistemas tangíveis com funcionamento óptico são de forma geral multitoque e têm por base um ou vários emissores de infravermelhos não visíveis ao olho humano, uma câmara modificada de forma a captar a luz infravermelha e um projector ou um LCD.

“Diferindo apenas na forma como são colocados estes elementos, podemos definir vários tipos de sistemas ópticos” (Costa, 2010), que se apresentam de seguida.

Salienta-se ainda que, actualmente, esta é a tecnologia mais utilizada tanto em projectos experimentais, devido ao seu baixo custo da composição do sistema, à fácil construção (em comparação com as restantes tecnologias), e à capacidade de adaptação a cada projecto.

1.3.3.1 FTIR

O sistema óptico *FTIR*⁹ surgiu num protótipo criado por Jeff Han em 2005, na tentativa de criar um sistema multitoque de baixo custo. (Buxton, 2007)

Este sistema é constituído por, uma câmara digital com filtro infravermelho na lente, um acrílico específico que reflecte a luz infravermelha dentro dele, uma camada de silicone, uma faixa ou um conjunto de *LEDs*¹⁰ infravermelhos, uma estrutura para a protecção dos *LEDs* da luz ambiente, uma superfície de projecção e um projector.

A sua forma de funcionamento é simples, “são colocados leds de infravermelhos nas extremidades do acrílico que se vão espelhar no acrílico e quando este é pressionado cria um “ponto” brilhante que é captado pela câmara de infravermelhos.” (Costa, 2010)

⁹ N.T.: *FTIR* - (*Frustrated Total Internal Reflection*) Reflexão Interna Total Frustrada.

¹⁰ N.T.: *LED* - (*Light Emitting Diode*) Díodo Emissor de Luz.

Esta é uma tecnologia que tem como aspectos positivos o facto de se conseguir obter um bom contraste na imagem projectada, possibilita a interacção com objectos muito pequenos (ponta de uma caneta), permite inúmeros pontos de contacto e é considerado estável em grandes projecções. Por outro lado, tem como aspectos menos positivos, a sua sensibilidade à luz (exigindo muitos cuidados com a luz ambiente), necessita de varios LEDs infravermelhos embutidos na superfície acrílica e ainda a necessidade de ter uma superfície de silicone completamente plana sobre o acrílico.

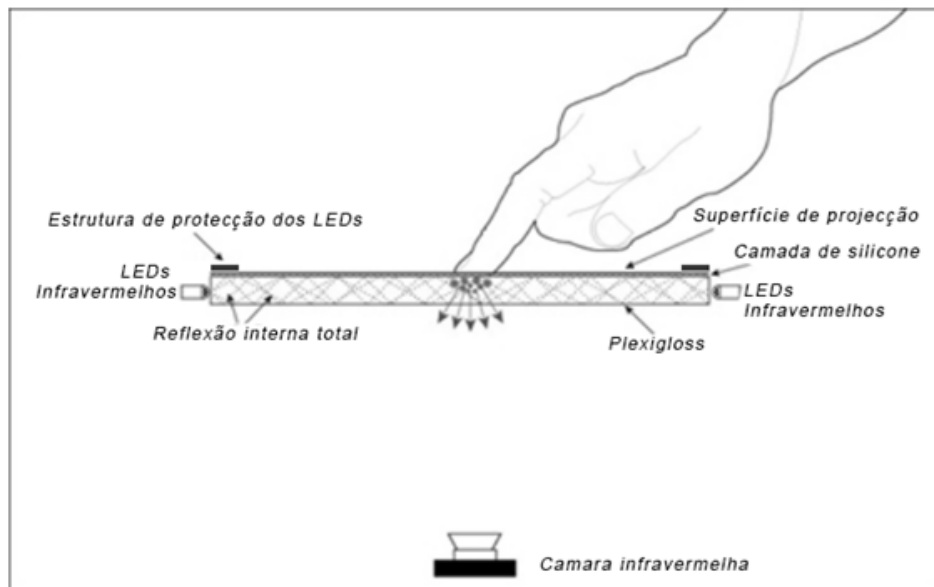


Figura 9 - Funcionamento Sistema FTIR. - imagem retirada de “Superfícies Multitoque” (Costa, 2010)

1.3.3.2 DI

O sistema óptico DI¹¹ está dividido em duas subcategorias, a *Front Difused Illumination*¹² e a *Rear Difused Illumination*¹³.

Estas subcategorias podem ser facilmente identificadas apenas pela sua forma de construção, embora a essência e o conceito sejam idênticos em ambos os sistemas, a iluminação infravermelha é usada de forma diferente. (NUI Group, 2009)

No sistema *Front Difused Illumination* a iluminação infravermelha é feita por cima da superfície de toque, desta forma quando existe um toque na superfície táctil é criada uma sombra que é detectada pela câmara e processada como sendo um toque. Este sistema é bastante simples e não necessita de ser usado num ambiente fechado, no entanto, este

¹¹ N.T.: DI - (*Diffused illumination*) Iluminação Difusa.

¹² N.T.: *Front Difused Illumination* - Iluminação Difusa Frontal.

¹³ N.T.: *Rear Difused Illumination* - Iluminação Difusa Traseira.

sistema requer um cuidado especial com a iluminação, uma brusca mudança de luminosidade faz com que o sistema deixe de funcionar correctamente.

Já no sistema *Rear Difused Illumination*, a iluminação infravermelha é feita por baixo da superfície de toque, desta forma quando existe um toque na superfície táctil a luz infravermelha é reflectida criando um ponto de luz intensa que é detectada pela camara e processada como sendo um toque. (Costa, 2010) Este é um sistema tao simples quanto o *Front Difused Illumination*, no entanto e embora o factores positivos e negativos sejam semelhantes, este tem um funcionamento mais estável e permite a utilização de objectos identificáveis (fiduciais).

Para que se possa criar um sistema DI é necessário uma câmara digital com filtro infravermelho na lente, um acrílico simples com superfície projectável, luzes infravermelhas, e um projector.

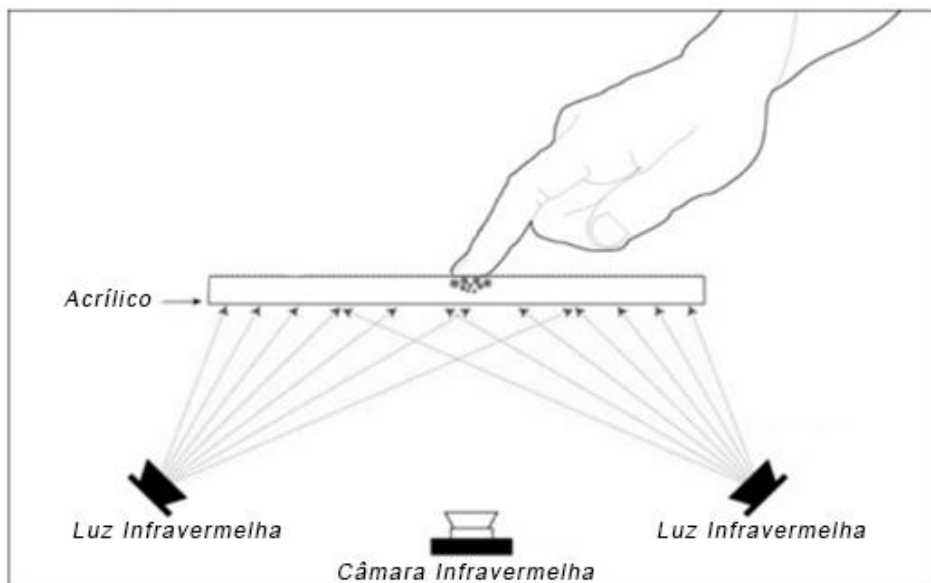


Figura 10 - Funcionamento Sistema DI (Rear DI). - imagem retirada de “Superfícies Multitoque” (Costa, 2010)

1.3.3.3 LLP

O sistema óptico LLP¹⁴ foi criado pela NUI Group (2009), com o intuito de se tornar a forma mais fácil e económica de criar um sistema multitoque.

Este sistema é composto por, uma câmara digital com filtro infravermelho na lente, um acrílico com superfície projectável, 2 a 4 lasers infravermelhos com lente para projecção plana e um projector.

¹⁴ N.T.: LLP - (Laser Light Plane) Laser plano superficial.

O funcionamento deste sistema é bastante simples, posicionam-se 2 a 4 lasers nas extremidades da superfície tangível de modo a criar um plano de luz infravermelha com cerca de 1mm de espessura, quando este plano é interrompido através do toque “cria um ponto brilhante captado pela câmara de infravermelhos”. (*idem, ibidem*)

Como nos restantes sistemas, esta tecnologia também tem os seus aspectos positivos e negativos, sendo os positivos o facto de ser uma mesa de construção muito fácil e simples, com materiais bastante baratos e relativamente fáceis de adquirir, consegue um excelente contraste na imagem projectada, permite inúmeros pontos de contacto e, dependendo da intensidade da onda dos lasers usados e da quantidade de lasers, consegue-se um bom funcionamento em grandes superfícies tangíveis. Por outro lado, tem como aspectos negativos, a incapacidade de reconhecer objectos e marcadores, e requer alguns cuidados com a iluminação ambiente. Outro aspecto que se deve ter em conta, e que de certa forma é um aspecto negativo neste tipo de sistema, é o facto de os lasers usados poderem ser prejudiciais à visão, podendo mesmo causar “ferimentos graves e danos permanentes na retina” (NUI Group, 2009), pelo que é não é aconselhável olhar-se directamente para eles.

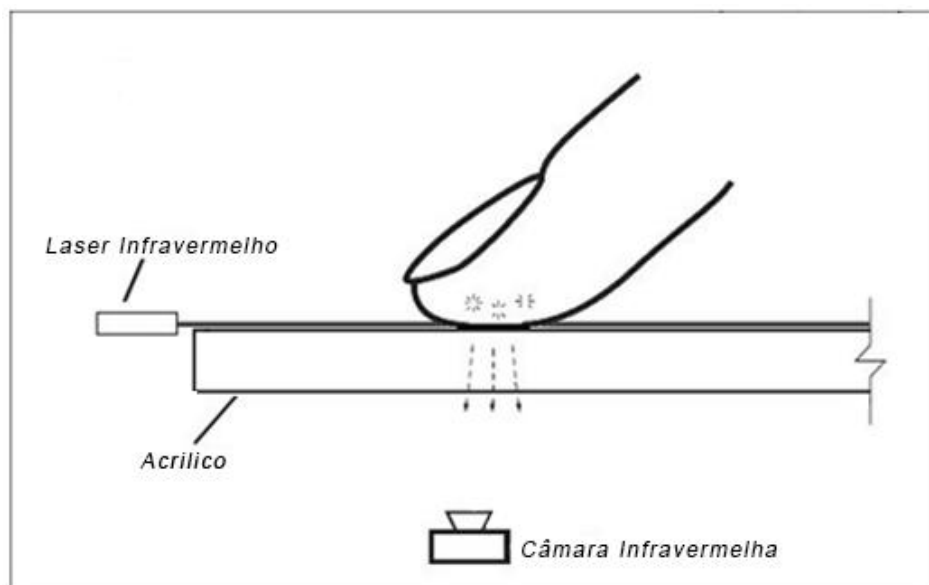


Figura 11 - Funcionamento Sistema LLP. - imagem retirada de “Superfícies Multitoque” (Costa, 2010)

1.3.3.4 DSI

O sistema óptico *DSI*¹⁵ surge devido aos problemas de difusão da luz infravermelha presentes no sistema DI e é baseado no sistema *FTIR*.

¹⁵ N.T.: *DSI* - (*Diffused Surface Illumination*) superfície de iluminação difusa.

Funcionando de forma idêntica ao sistema *FTIR*, este sistema (*DSI*) não necessita da superfície em silicone e utiliza um acrílico especial que contem pequenas partículas no seu interior que funcionam como milhares de pequenos espelhos que reflectem uniformemente a luz infravermelha pelo seu interior, utilizando uns LEDs infravermelhos em toda a volta do acrílico de forma a criar uma luz homogénea (*idem, ibidem*). Quando o acrílico é pressionado cria um reflexo da luz infravermelha que é captada pela câmara e reconhecida como um toque.

Este sistema é constituído por, uma câmara digital com filtro infravermelho na lente, um acrílico com superfície projectável e com milhares de pequenas partículas espelhadas, LEDs infravermelhos em toda a volta do acrílico e um projector.

Embora seja um sistema que tenciona resolver problemas do sistema DI e se baseia no sistema FTIR, também este (*DSI*) tem os seus aspectos positivos e negativos. Como aspecto positivo, pode considerar-se o facto de conseguir obter uma luz infravermelha uniforme que se traduz num bom funcionamento mesmo em espaços abertos, é sensível à pressão oferecendo uma boa sensibilidade e consegue reconhecer objectos. No entanto podemos considerar como aspectos negativos, o facto de ter um custo de construção elevado (necessita de um acrílico especial e relativamente caro).

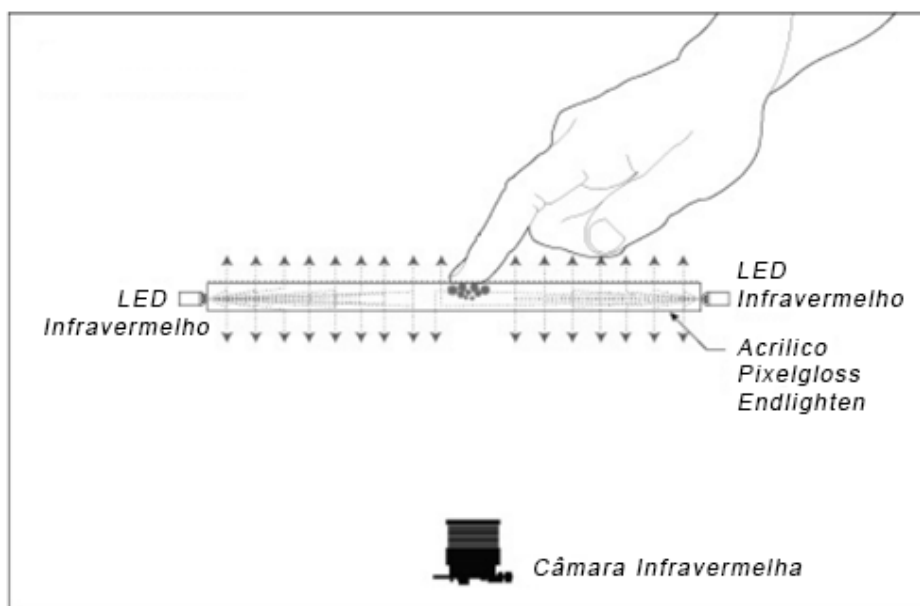


Figura 12 - Funcionamento Sistema DSI. - imagem retirada de “Superfícies Multitoque” (Costa, 2010)

1.4 Software

Ao nível do *software*, este é apenas utilizado com a tecnologia óptica devido à sua forma de funcionamento.

Este *software* tem como função, receber as imagens captadas pelo sensor óptico, neste caso, as imagens captadas pela câmara infravermelha. Estas imagens que contêm *blobs*¹⁶, são então tratadas de forma a que seja possível o reconhecimento de, por exemplo, dedos, fiduciais¹⁷ ou um conjunto de formas.

Após esta fase o programa que monitoriza os *blobs* transmite os dados da acção realizada sobre a superfície multitoque a uma outra aplicação chamada de *TUIO*¹⁸ que funciona através de livrarias que identificam e traduzem esse toque num evento de gesto, transmitindo-o à aplicação forma codificada na linguagem de programação da aplicação que por sua vez responde a essa acção realizando uma acção previamente programada. (Kaltenbrunner, Bovermann, Bencina, & Costanza, 2005)

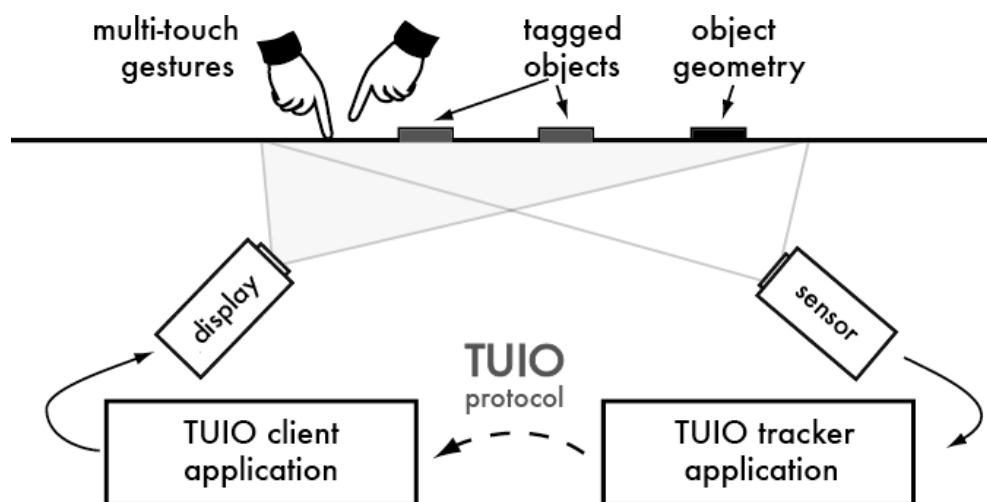


Figura 13 - Sistema de Funcionamento TUIO. - imagem retirada de www.tuio.org

Para este tipo de tecnologia existem dois *softwares* de código aberto que são viáveis de utilizar, no entanto cada um deles tem as suas vantagens, desvantagens e limitações, tal como vai ser possível perceber nos pontos que se seguem.

¹⁶ N.A.: *blobs* - É um objecto luminoso brilhante visível pelas câmaras nos pontos de contacto com a superfície tangível.

¹⁷ N.A.: Os fiduciais são objectos, forma idêntica aos QR codes, monocromáticos que funcionam como um código de barras que identifica um ID.

¹⁸ N.T.: "TUIO" - *Tangible User Interface Object* Objecto de Interface tangível com o utilizador.

1.4.1 reacTIVision

O *software reacTIVision* é um software de código aberto que foi desenvolvido no âmbito do projecto *reacTable*¹⁹. Este *software* foi inicialmente concebido para monitorizar exclusivamente os fiduciais, devido às necessidades do projecto que lhe estava associado.

Actualmente, na sua versão mais recente (v1.4), este já permite o reconhecimento do toque feito pelos dedos. No entanto o *feedback* por parte dos utilizadores e criadores de aplicações, não é muito positivo devido ao fraco controlo do movimento e detecção do toque. Neste sentido sempre que o projecto necessite de uma interacção com o toque dos dedos este *software* é descartado devido à instabilidade. (Liu, 2010)

É um *software* sem design gráfico²⁰, uma vez iniciado apresenta apenas a imagem, em tempo real e a preto e branco, captada pela câmara de infravermelhos e as opções de configuração surgem apenas em linhas de texto sobre a imagem apresentada.

No que toca à compatibilidade com os sistemas operativos actuais, este pode ser utilizado em ambiente Windows (xp, vista, 7), MacOS X, Fedora 10 RPM, Ubuntu 9.04 DEB e Linux RPM. (reacTIVision, 2009)

Ao nível das vantagens e desvantagens, podemos considerar como vantagens o facto de ser um programa que funciona muito bem com fiduciais, permitir uma configuração para mesas com formatos redondos ou ovais, para além dos tradicionais rectangulares ou quadrados, ter suporte para múltiplos sistemas operativos e ter um excelente processamento da imagem captada pela câmara. Por outro lado, tem como desvantagens, o facto de ser muito difícil a sua calibração, a instabilidade no funcionamento com o toque dos dedos e a falta de uma interface gráfica que possibilite uma melhor interacção com as configurações.

¹⁹ Cfr.: Secção 2.5 - apresentação do projecto *reacTable*.

²⁰ Cfr.: Figura 14 - Imagem do software *reacTIVision*.

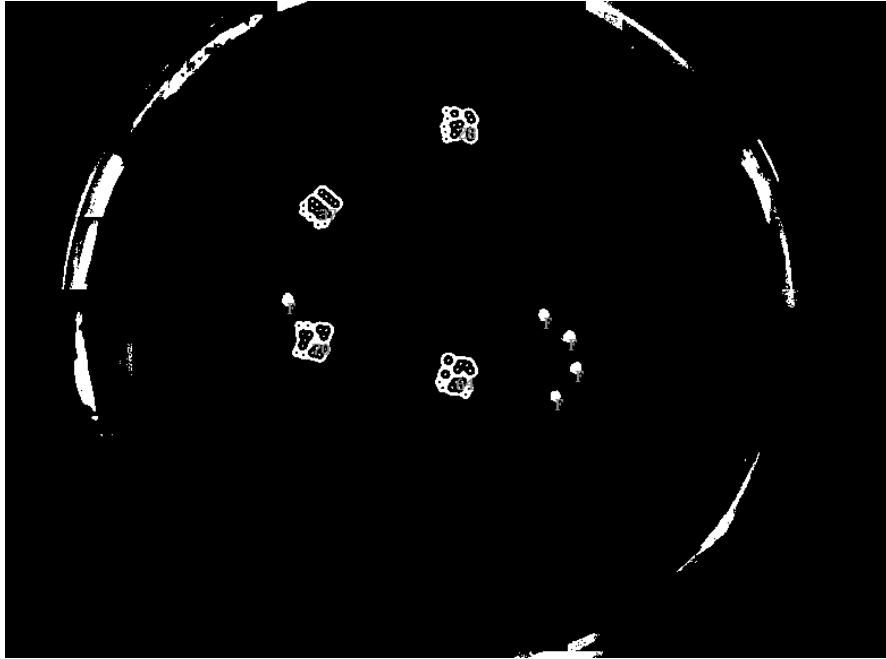


Figura 14 - Imagem do Software reactIVision. - imagem retirada de <http://reactivision.sourceforge.net/>

1.4.2 CCV

O *software* CCV²¹ tal como o *reactIVision* é um *software* de código aberto desenvolvido pela Comunidade *NUI Grup*. No entanto o CCV foi criado para a monitorizar exclusivamente os contactos feitos com os dedos ou objectos.

Recentemente na última versão (v1.5) foi implementada a possibilidade de reconhecimento de fiduciais, porém esta novidade ainda não se encontra a funcionar correctamente. Por um lado se o *software* for configurado de forma a funcionar apenas com fiduciais, este funciona de forma aceitável, no entanto se for configurado de forma a funcionar com fiduciais, dedos e objectos, o programa funciona bem com os fiduciais mas fica muito lento na resposta ao toque com os dedos, inviabilizando assim o uso destas duas opções em simultâneo. (Churikov, 2011)

Em aspecto gráfico²², o CCV tem um layout bastante organizado, simples e fácil de interagir. Este permite uma melhor e mais fácil configuração e calibração, uma vez que pode ser feita com recurso a referências numéricas e gráficas.

²¹ N.T.: “CCV” - *Community Core Vision*, Visão central comunitária.

²² Cfr.: Figura 15 - Imagem do software CCV.

No que diz respeito à compatibilidade com os sistemas operativos actuais, este software pode ser utilizado em ambiente Windows (xp, vista, 7), Leopard OS X (10.5 ou superior) e Linux (Ubuntu e Debian). (NUI Group, 2010)

Embora seja um *software* com uma boa apresentação, não deixa de ter os seus pontos positivos e negativos. Como ponto positivo pode considerar-se o facto de possibilitar suporte para ligar até 16 câmaras em simultâneo, ter uma boa interface que permite a configuração e calibração de forma simples, ter opções de configuração que ajudam a melhorar o desempenho (Churikov, 2011), permitir definir um conjunto de objectos e/ ou formas como sendo apenas um ID que pode ser usado para definir acções específicas e funcionar de forma fluída quando trabalha apenas com o toque dos dedos e objectos. No que diz respeito aos pontos negativos, pode considerar-se o facto de não ter um bom funcionamento quando se configura para utilizar fiduciais e toques com os dedos em simultâneo e apenas pode ser calibrada em mesas quadradas ou rectangulares.

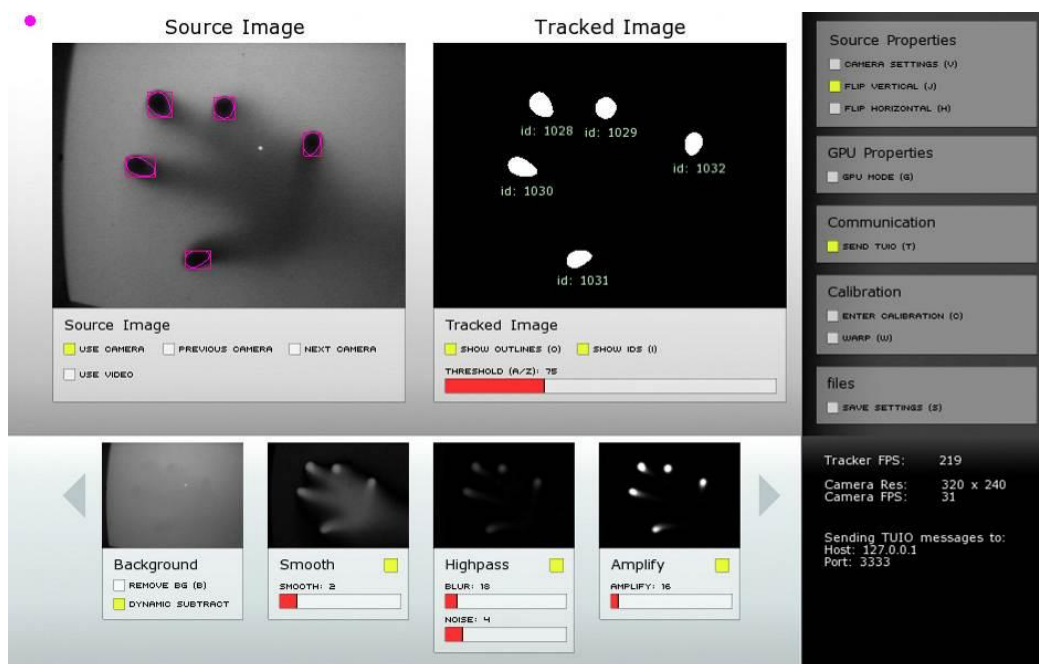


Figura 15 - Imagem do Software CCV. - imagem retirada de <http://ccv.nuigroup.com/>

1.5 Aplicações

A tecnologia multitoque pode ser implementada em diferentes aplicações, dependendo do tamanho e do tipo de interface para a qual se destine. No entanto esta tecnologia é mais popular em telemóveis, tablets, mesas tácteis e paredes.

De seguida apresentam-se algumas aplicações conhecidas internacionalmente e que recorrem ao uso da tecnologia táctil como forma de comunicação e interacção entre o homem e o computador.

Ao nível das mesas horizontais com esta tecnologia, existem algumas aplicações que foram pioneiras na forma de interagir ou manipular objectos, entre elas podemos encontrar a *reactTable*, a *VPlay*, a *Microsoft Surface* e o *Senseboard*, todos estes exemplos se destinam a tarefas distintas que serão apresentadas de seguida.

A mesa interactiva *reactTable*, foi desenvolvida pelo grupo de tecnologia musical da Universidade Pompeu Fabra em Barcelona (Espanhã). Esta mesa permite múltiplos utilizadores em simultâneo e produz música electrónica a partir de objectos que são colocados sobre a mesma. Ao manipular estes objectos o/os utilizador/es pode/em criar tipologias sonoras complexas e dinâmicas, com geradores, filtros e moduladores de som, numa espécie de sintetizador modular tangível. (Jordà, Alonso, Geiger, & Kaltenbrunner, 2007)



Figura 16 - Mesa *reactTable*. - imagem retirada de www.iwantoneofthose.com/blog/brainy-stuff/reactable-the-table-that-thinks-its-a-korg/

Ainda ligado à música mas já no campo da vídeo-art, a mesa *Vplay* trata-se de uma mesa para *VJing*²³ destinada à criação de vídeos para VJ de forma colaborativa. Tal como na *reactTable*, a forma de interacção é feita através de objectos que contêm vídeos e efeitos que podem ser

²³ N.A.: *VJing*, também conhecido como VJ é uma forma de arte preformativa onde o artista produz vídeos em tempo real, recorrendo a efeitos, câmaras, clips de vídeo, entre outros. Normalmente um VJ acompanha a performance de um DJ.

interligados de forma a criar um vídeo manipulado em tempo real, tornando-o único.²⁴ (Taylor, Lazdi, Krik, Harper, & Mendoza, 2008)

Uma outra aplicação que tenciona dar uma nova versatilidade e interactividade ao computador doméstico e empresarial, a *Microsoft* criou uma mesa chamada de *Microsoft Surface*²⁵. Esta mesa recorre a tecnologia de ponta para criar um sistema que facilite a comunicação entre o homem e o computador. Este sistema permite que o utilizador faça pesquisas, visualize imagens e vídeos, ouça música, consulte sites e mapas, entre outras coisas, de forma muito simples e intuitiva. Para além disto esta mesa reconhece objectos e interage com eles de forma directa, apresentando opções e informações sobre os mesmos sempre que estes sejam colocados sobre a mesa. (Humphrey, 2011)

Em aplicações verticais é possível encontrar a tecnologia multitoque em escolas, lojas e espaços de reuniões em empresas. Um exemplo deste tipo de aplicação é o quadro *Senseboard* desenvolvido pelo *MIT*²⁶ media lab. em 2002, este quadro permite a interacção de várias pessoas e tinha como objectivo melhorar as reuniões de trabalho em grupo nas empresas. (Waloszek, 2002)

No campo dos jogos, existem inúmeras aplicações, também aqui se aproveita o facto de o multitoque possibilitar a interactividade de vários utilizadores em simultâneo, criando assim jogos que possibilitam a cooperação entre todos os jogadores.

²⁴ Cfr.: Vídeo demonstrativo: <https://vimeo.com/2738692>

²⁵ N.A.: *Microsoft Surface*, é actualmente conhecida com o nome, *Microsoft Surface 2.0*.

²⁶ N.A.: *MIT - Massachusetts Institute of Technology*, é um centro universitário de educação e pesquisa situado na cidade Cambridge, nos Estados unidos da América. website: www.web.mit.edu

Capítulo 2

Mesas Interactivas Multitoque



Figura 17 - Exemplo de Mesa Multitoque. - imagem retirada de www.rainydaymagazine.com/RDM2010/Home/November/Week3/RDMHomeNov1510.htm

Actualmente as mesas interactivas com tecnologia multitoque estão cada mês mais presentes, estas podem ser encontradas nos mais variados locais, tais como centros comerciais, postos de turismo, cafés, museus, escolas, entre outros.

Estas mesas para além de serem atractivas permitem a interactividade com os seus utilizadores de uma forma simples e natural, sem ser necessário o uso de periféricos tais com teclados, ratos e entre outras formas físicas de interagir com o computador que se tornam incomodativos e aborrecidos de utilizar.

2.1 Conceito

Este novo conceito nasce da união de três tipologias, objectos e conceitos já conhecidos, sendo estes, a mesa, a interactividade e o multitoque. A união destes três elementos surge

com a necessidade de criar uma interactividade e uma comunicação humano-computador, o mais natural e intuitiva possível.

A mesa interactiva multitoque, consiste num aparelho colocado numa disposição horizontal (tal como uma mesa comum) que contem uma imagem projectada no seu plano superior de modo a funcionar como um ecrã de um computador. Para a sua utilização, a interacção é feita através de objectos ou do toque sobre a sua superfície, directamente no objecto com que se quer interagir.

2.2 Estado da Arte

Hoje em dia as mesas multitoque que se podem encontrar nos mais variados locais e são por norma orientadas para o público em geral, tendo como alvo toda a sociedade genérica sem qualquer discriminação.

A maioria destas mesas é ainda construída, embora seguindo tecnologias já conhecidas, de forma personalizada para cada evento ou local onde serão inseridas/ instaladas, isto porque a maioria dos projectos realizados são pioneiros e/ ou personalizados a cada conceito.

A exemplo temos o inovador restaurante londrino *Inamo*²⁷ que possui “mesas *hi-tech* que permitem que o cliente escolha a toalha de mesa que preferir, veja o menu projectado ou pré-visualize o prato que vai pedir.” (OlharDigital, 2009)

Este projecto foi pensado e desenvolvido para oferecer uma nova experiencia e um novo dinamismo aos clientes que “podem fazer os seus pedidos no “*touch panel*” e assistir à preparação dos mesmos, através de uma *webcam* colocada na cozinha”. (*Idem, Ibidem*)

²⁷ Cfr.: Restaurante *Inamo* - www.inamo-restaurant.com/pc/.



Figura 18 - Mesas Restaurante *Inamo* - imagem retirada de [http://www.jblog.com.br/media/128/20100920-Restaurante%20Inamo%20\(3\).jpg](http://www.jblog.com.br/media/128/20100920-Restaurante%20Inamo%20(3).jpg)

Este é um projecto exclusivo de produção limitada a um cliente final. No entanto existem casos em que a produção da mesa já se encontra de alguma forma industrializada, como é possível verificar com *Microsoft Surface 2.0*.



Figura 19 - *Microsoft Surface 2.0* - imagem retirada de www.rainydaymagazine.com/RDM2010/Home/November/Week3/RDMHomeNov1510.htm

Esta mesa concebida pela *Microsoft* em parceria com a *Samsung* com o nome de código de SUR40 devido às 40 polegadas do seu ecrã tangível, pode ser encomendada por qualquer

pessoa, no entanto o preço final da mesa é bastante elevado, cerca de \$12.590²⁸ (Lau, 2012) que desta forma inviabilizam a utilização da mesma em projectos experimentais.

Estes projectos que estão em constante evolução, apenas são possíveis graças a Jeff Han (2005) pois foi por ele que passou a ser possível construir grandes superfícies multi-toque a baixo custo. Dentro desta evolução das mesas multitoque, não podemos deixar de ter em conta o enorme trabalho realizado ao longo dos últimos anos pela comunidade *NUI Group* (2009) que procurou as melhores e mais baratas formas de se poder construir mesas multitoque, e criou livrarias que permitem programar gestos com mais de um dedo tornando a experiência do multitoque mais simples e intuitiva.

*“The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”*²⁹ (Weiser, 1991: 3)

Este tipo de tecnologia segue a ideia transmitida por Mark Weiser, na forma como pretende tornar a interacção com a mesa (aplicação), muito natural que passa quase despercebida.

²⁸ N.A.: Aproximadamente 9.500€.

²⁹ N.T.: As mais profundas tecnologias são aquelas que desaparecem. Elas envolvem-se todos os dias na vida quotidiana de forma indistinguível.

Capítulo 3

Projecto

O projecto que se apresenta, foi desenvolvido no âmbito da cadeira de projecto final de Mestrado do curso de Design Multimédia da Universidade da Beira Interior.

Este teve a duração de um ano (Figura 20 Organograma), porém devido à complexidade do mesmo, o projecto foi realizado em parceria por dois alunos, Bruno Mateus e Filipe Martins, ambos estudantes de mestrado da instituição de ensino referida acima. No entanto todo o trabalho foi realizado de forma distinta, sendo dividido de forma uniforme e cada aluno realizou a sua parte do trabalho. Por fim este foi montado e assemblado de forma a resultar na aplicação final que se apresenta.

Neste Capítulo irá ser apresentado todo o trabalho realizado pelo aluno Bruno Mateus, de forma detalhada com todo o desenvolvimento deste projecto, desde o conceito ao protótipo final, passando por todas as fases de construção e explicando as escolhas tomadas ao longo da sua evolução.

3.1 Ideia e Conceptualização

Com base em alguns conhecimentos adquiridos durante o mestrado, nomeadamente conhecimento ao nível das plataformas multitoque, surgiu a ideia de criar algo que fosse totalmente inovador onde pudessem ser aplicados os conhecimentos adquiridos, essa ideia comportava a concepção de mesa futurista e inteligente que facilita-se a vida do utilizador bem como a comunicação e interacção homem-computador de forma a torna-la o mais natural, dinâmica e inteligente possível.

Partindo deste conceito idealizou-se uma mesa para colocar em restaurantes de modo a que o cliente tivesse a maior liberdade possível. No entanto após alguma pesquisa sobre o tema, constatou-se que já haveria um projecto similar ao idealizado inicialmente e que por isso retirava algum interesse a este projecto.

Após este contratempo surgiu a ideia de adaptar o conceito inicial a um novo ambiente, a um ambiente mais pessoal, desta forma a nova ideia passava por criar uma mesa que se inserisse numa cozinha de um lar doméstico, numa casa comum.

Nesta nova mesa recorreu-se a particularidades e funcionalidades que facilitem o quotidiano do utilizador na cozinha. Nesse sentido esta possibilita ao seu utilizador ter acesso à internet e a aplicações da web, tais como *gmail*, pesquisa, *drive*, *maps*, *youtube* e *facebook*, permite fazer pedidos de *take-away* em diferentes tipos de cozinha e restaurantes (comida rápida, gourmet, Asiática, Vegetariana). Para além das utilidades mencionadas anteriormente e seguindo o conceito de funcionalidade, esta mesa possibilita ainda aceder a uma banca virtual com jornais de diferentes categorias (desporto, notícias, economia e revistas), e fazer as compras domésticas em lojas *online* que fazem a entrega das mesmas directamente em casa. Contem também uma área de lazer que permite jogar ou ouvir música. Para concluir, na ideia inicial a mesa deveria reconhecer objectos colocados sobre a mesma e interagir com eles, a exemplo se for colocado uma embalagem de arroz sobre a mesa, esta identifica-o e dá-nos informações como peso, informação nutricional, entre outras, para além disso permite aceder a receitas possíveis de realizar com esse ingrediente, e ainda adiciona-lo a uma lista de compras. No entanto devido à incompatibilidade na tecnologia (*software* e *hardware* da mesa) não foi possível realizar essa opção. Desta forma o reconhecimento de objectos foi simulado e adaptado para que seja possível visualizar o seu funcionamento real.

Em relação ao nome do projecto, foi escolhido “CUBOCHEF” (cubo + chef) devido a este conseguir descrever o conceito do projecto. Por um lado “CUBO” representa a mesa em si, uma mesa robusta com impacto visual que faz lembrar a forma do cubo, por outro lado faz também alusão ao *design* dos icons bem como ao *design* aplicado às interfaces das subaplicações. Por outro lado a designação de “CHEF” remete para o ambiente em que se insere, a cozinha doméstica, também porque dispõem de ferramentas e subaplicações que ajudam nas tarefas realizadas nessa divisão, e para além disso, o utilizador é o chefe da mesa e pode manipulá-la como lhe apraz.

3.2 Objectivos

A mesa CuboChef parte de um conceito simples, melhorar a qualidade de vida do ser humano, criando para isso, um suporte inovador que proporcione uma nova e agradável experiência aos seus utilizadores.

Partindo desta ideia, delimitaram-se objectivos a atingir com a realização do projecto. Nesse sentido os objectivos principais passam por melhorar a experiência de utilização da cozinha doméstica, de forma a ajudar em todas as tarefas realizadas nesse espaço, bem como adicionar elementos bastante úteis, tais como música, acesso à internet, consulta das últimas notícias, entre outros.

Recorrendo a uma interacção bastante natural e intuitiva como o multitoque, e uma interface simples e limpa de modo que a sua percepção seja fácil e rápida, tenciona-se dar uma nova dinâmica à cozinha doméstica.

3.3 Planeamento

Após uma pesquisa sobre o tema, desenvolveu-se um planeamento da forma como o projecto iria ser realizado, recorrendo a uma divisão de tarefas a realizar, que se podem encaixar em diferentes fases ao longo do seu desenvolvimento.

Inicialmente e numa primeira fase foi efectuada uma pesquisa sobre o tema, de modo perceber de que forma o projecto poderia ser inovador e/ ou poderia introduzir algo de inovador ao panorama actual, de seguida recolheu-se informação sobre as tecnologias possíveis de utilizar e escolheu-se a mais adequada ao projecto.

Numa segunda fase construiu-se um protótipo, com base na pesquisa feita antecipadamente, que foi seguido de testes, de modo a conseguir analisar o seu funcionamento e adaptando o mesmo ao projecto.

De seguida, numa terceira fase, foi realizado o *design* da interface, bem como um estudo e pesquisa da programação a utilizar durante o desenvolvimento da aplicação que foi progredido ao sempre em simultâneo com ajustes do design e a pesquisa da programação. Esta foi sem dúvida a fase mais morosa pois era aqui que recaía a maioria do trabalho que era necessário realizar.

Numa quarta e muito importante fase, realizaram-se os testes à aplicação então desenvolvida, recorrendo a opiniões de convidados externos que de forma informal testaram e deram o seu *feedback*. Com base no *feedback* recolhido e com os problemas encontrados nas primeiras versões, toda a aplicação foi revista e ajustada, realizando-se assim um novo protótipo de forma a que este pudesse melhorar o máximo possível. Para concluir esta fase, foram testadas as melhorias em mais alguns testes de funcionamento.

Na quinta e última fase, elaborou-se o relatório final que se apresenta neste documento.

Este planeamento foi desenvolvido com base em tempos pré-definidos e metas a alcançar, para isso foi formulado um organograma configurado em linha do tempo, que se apresenta na secção que se segue (3.4 Organograma).

3.4 Organograma

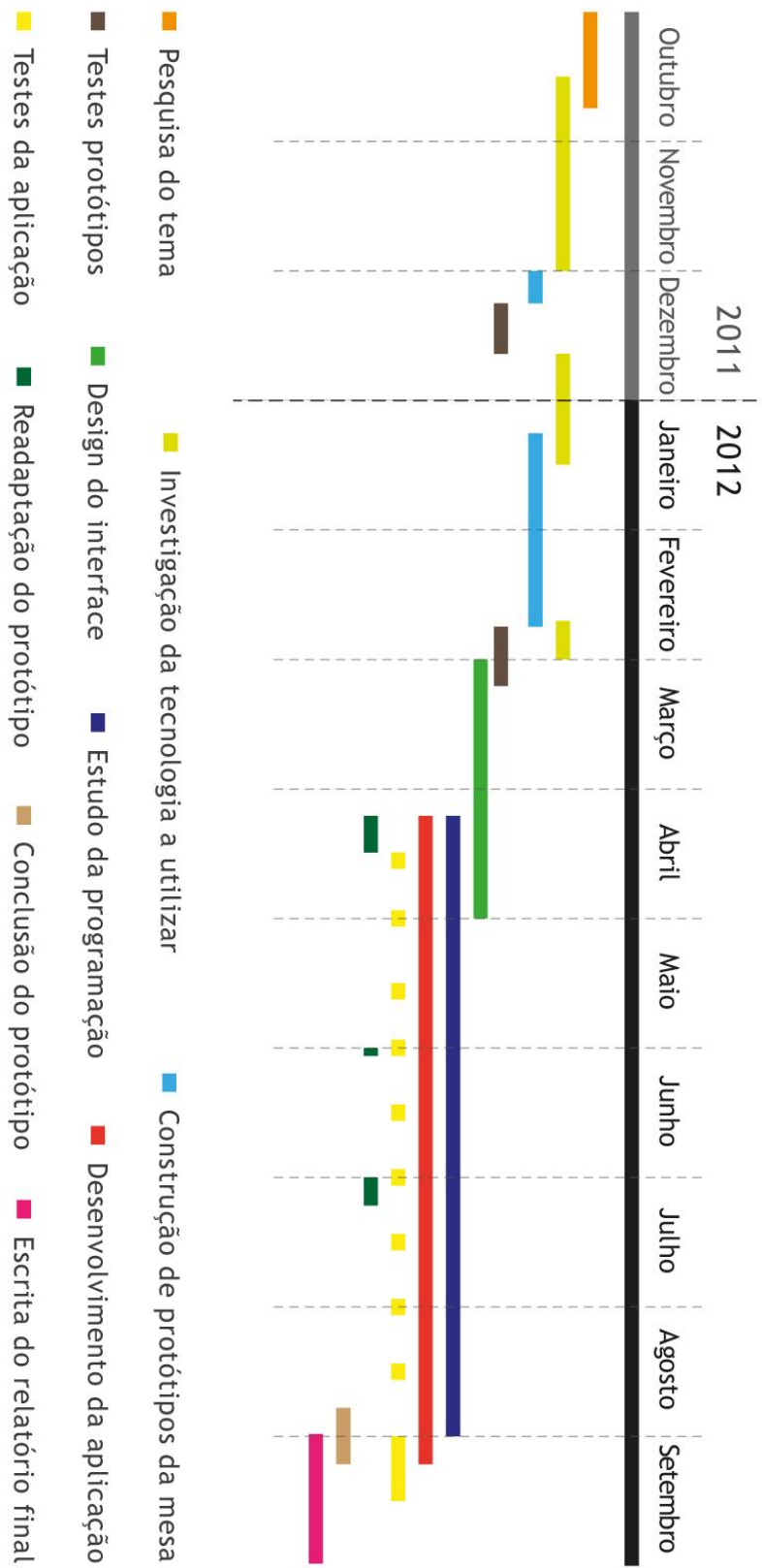


Figura 20 - Organograma.

3.5 Tecnologia Utilizada

Ao nível da tecnologia, foi necessário investigar e analisar as existentes actualmente e que são possíveis e viáveis de utilizar neste projecto de forma a alcançar um resultado final sólido e com uma construção planeada e robusta.

Após essa investigação e análise foram escolhidos os sistemas a utilizar, quer a nível físico (*hardware*) quer a nível virtual (*software*). No que toca à tecnologia física, estas escolhas resultam da comparação das vantagens e desvantagens de cada tecnologia apresentada no capítulo 1, secção 1.3 tecnologias, bem como de testes realizados após os primeiros protótipos. Na tecnologia virtual, as escolhas eram bastante limitadas e devido a complexidade do projecto, a escolha teve que obrigatoriamente recair sobre um programa (CCV) que embora não trabalha-se a 100% com as necessidades conceptuais, era o único que poderia ser usado.

Nas subsecções seguintes apresentam-se as escolhas para ambas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do projecto.

3.5.1 Tecnologia Hardware

Em relação ao hardware, depois de se elaborar uma pesquisa sobre as interfaces multitoque, apresentadas no capítulo 1, secção 1.3 tecnologias, concluiu-se que a melhor tecnologia para as características deste projecto, seria a *DI* (*Diffused Illumination* [apresentada no capítulo 1, sub-secção 1.3.3.2 DI]), no entanto como esta tecnologia se divide em duas vertentes a utilizada para o projecto foi a *Rear Diffused Illumination*.

O material utilizado neste sistema é composto por um projector que projecta a imagem na superfície tangível, um acrílico com difusor que irá servir de ecrã e superfície multitoque, uma configuração de *LEDs* infravermelhos com potência ou em quantidade suficiente para se conseguir uma boa iluminação do acrílico, e uma câmara (ou mais) com filtro de infravermelhos para que capte melhor os toques e os objectos ou fiduciais colocados sobre a superfície táctil.

Este sistema consiste na difusão da luz infravermelha, colocada no interior da mesa, de forma uniforme pelo acrílico onde serão feitos os toques, colocados os objectos e fiduciais, e onde a imagem do projector será projectada. Quando algo é colocado sobre o acrílico, os infravermelhos são reflectidos no objecto e desta forma é detectado o contacto.

Para que funcione correctamente o sistema tem de ser completamente fechado e privado de qualquer luz, para além da infravermelha, de modo a que não haja interferências com o seu funcionamento.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Não necessita de uma superfície especial ou complexa, apenas de um difusor ou uma superfície de projecção por cima, ou por baixo, da superfície transparente. • Pode utilizar qualquer material transparente, como o vidro e não apenas acrílico. • Não necessita de uma estrutura própria para os <i>LEDs</i>. • Consegue detectar objectos, dedos, fiduciais e sobreposição. • Fácil construção e calibração do sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade em conseguir obter uma iluminação precisa. • <i>Blobs</i> têm menor contraste (mais difícil de detectar pelo software). • Maior probabilidade de obter falsos <i>blobs</i>. • É necessária a utilização de uma caixa fechada.

**Tabela 1 - Vantagens do Sistema DI (Rear DI).
(NUI Group, 2009)**

A escolha desta tecnologia recaiu sobre o facto de ser uma tecnologia que permite efectuar a interacção através do toque ou através de fiduciais, adaptando-se desta forma às necessidades conceptuais do projecto, por outro lado tem um preço de construção relativamente acessível e o seu modo de funcionamento é bastante estável e eficaz, necessitando apenas de alguns cuidados com a iluminação e calibração do toque.

3.5.2 Tecnologia Software

Na questão da tecnologia referente ao *software*, as escolhas recaiam sobre dois *softwares*, o *reactIVision* e o *CCV*, presentes detalhadamente no capítulo 1, secção 1.4 tecnologias.

Após uma análise de ambos, chegou-se à conclusão que embora o *reactIVision* funciona-se perfeitamente com fiduciais, este não poderia ser usado no projecto devido às dificuldades de reconhecimento do toque com os dedos, nesse sentido a escolha recaiu sobre o *CCV* pois, na versão 1.5, este permite o reconhecimento de fiduciais e funciona muito bem com o toque dos dedos.

Escolhido o programa, realizaram-se testes no protótipo em condições reais de forma a obter um *feedback* o mais realista possível e chegou-se à conclusão que embora o *CCV* permita a utilização de fiduciais, quando estes são usados em simultâneo com o toque feito pelos dedos, o processamento de dados torna-se muito lento, inviabilizando desta forma a utilização de ambos.

Um outro ponto, considerado o factor crucial na escolha final, foi o facto de o *CCV* permitir o uso de mais que uma câmara em simultâneo. Devido à complexidade do projecto e em específico o tamanho do ecrã projectado, foi necessário o uso de duas câmaras em simultâneo para que fosse possível cobrir toda a superfície táctil.

3.6 Design

A aplicação está projectada para ser colocado num ambiente que comporta um amplo tipo de utilizadores, pelo que a aplicação necessita de uma comunicação simples e fácil de interpretar e interagir.

“Os desafios do Design para Todos vão além dos problemas encontrados para as classes de usuários separadamente. Fazer Design para Todos significa projetar interfaces que permitam o acesso dos diversos usuários presentes na população de maneira não discriminatória, ou seja, devemos oferecer a possibilidade de interação e o acesso ao conteúdo de maneira que façam sentido para a população considerando suas diferentes habilidades.” (Neris, Martins, Prado, Hayashi, & Baranauskas, 2008:79)

Neste sentido todo o design da aplicação foi pensado para que qualquer pessoa se possa tornar utilizador, desta forma recorreu-se a um design com formas simples e minimalista que facilita a percepção rápida de todos os elementos.

A disposição dos elementos foi ordenado de modo linear para não causar confusão ao utilizador, os menus estão também organizados em categorias de modo a que o utilizador consiga aceder facilmente e “navegar” pelas aplicações de forma intuitiva. Também a forma de comunicar com a aplicação foi pensada para que fosse o mais natural possível, recorrendo ao uso do toque e gestos considerados naturais.

3.6.1 Interactividade

A interactividade é realizada com base no *touch user interface*³⁰ (conhecido como *TUI*), esta é uma tecnologia de comunicação homem-computador baseada na sensação do toque. Neste projecto o toque é realizado na superfície tangível e directamente sobre os elementos gráficos que se pretendem manipular ou interagir.

Os gestos presentes no projecto são obtidos através de uma livraria gestos (*TouchLIB*) compatível com a programação em *Action Script 3.0*³¹, e pela qual é possível importar gestos pré-programados. (NUI Group, 2007)

Os toques podem ser realizados de várias formas, com apenas um dedo podem ser efectuados os seguintes gestos, um simples toque, um duplo toque e um toque com arrastamento.

Um toque simples³² é um gesto usado quando o utilizador pretende fazer uma interacção simples sobre um objecto para que este faça uma determinada função em resposta a esse contacto. Regra geral (neste projecto), este gesto é usado para abrir aplicações, para comandar os controlos da música, para fecharas aplicações abertas, para interagir no jogo, para comandar todos os botões do *take-away*, das notícias, das compras e dos fiduciais.

³⁰ N.T.: *touch user interface* - Interface táctil para o utilizador.

³¹ N.A.: *Action Script 3.0* - Linguagem de programação usado no Adobe Flash.

³² N.A.: Toque simples - Livraria de gestos é denominado de *TAP*.



Figura 21 - Exemplo de Toque Simples - imagem retirada de <http://openexhibits.org/support/gesture-library/tap/>

O gesto de dois toques³³, também pode ser interpretado como duplo toque seguido e com um curto intervalo de tempo entre cada toque, é um gesto usado para desbloquear o ecrã quando este está no ecrã de bloqueio inicial ou quando a mesa se encontra inactiva, é também usado para chamar novamente o menu quando se está na aplicação, uma vez que quando se abre uma subaplicação o menu desaparece para que não atrapalhe a visualização das subaplicações.



Figura 22 - Exemplo de Dois Toques - imagem retirada de <http://openexhibits.org/support/gesture-library/double-tap/>

O toque com arrastamento³⁴ também conhecido como toque e deslize, é utilizado para movimentar o mapa da subaplicação *Maps*, bem como em cabeçalhos de todas as subaplicações e no menu. Por norma este gesto permite, ao utilizador, mover o objecto virtual da localização onde se encontra para uma nova localização.

³³ N.A.: Dois toques - Livraria de gestos é denominado de *DOUBLE_TAP*.

³⁴ N.A.: Toque com arrastamento - Livraria de gestos é denominado de *DRAG*.

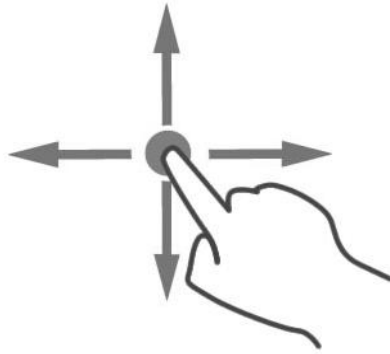


Figura 23 - Exemplo de Toque com Arrastamento.

Porém como se trata de uma superfície multitoque, e aproveitando as potencialidades deste recurso, para além dos gestos realizados apenas com um dedo, é também possível adicionar gestos realizados com dois ou mais dedos, tais como, tocar com os dois dedos em simultâneo sobre a superfície e afastá-los no sentido oposto ou aproximá-los para o mesmo ponto, e ainda, tocar igualmente com dois dedos em simultâneo e mover apenas um à volta do outro sempre com a mesma distância entre eles no sentido dos ponteiros do relógio ou no sentido inverso.

O gesto de toque com dois dedos em simultâneo e que ao mesmo tempo se afastam ou aproximam³⁵ têm duas funções, no primeiro caso quando os dedos se afastam é criada uma acção de afastamento, por outro lado quando os dedos se aproximam ou convergem para um mesmo ponto, a é criada uma acção de aproximação. Este tipo de gesto é usado normalmente para aumentar ou diminuir o tamanho dos objectos, no projecto está presente na subaplicação *Maps* para afastar ou aproximar o mapa.

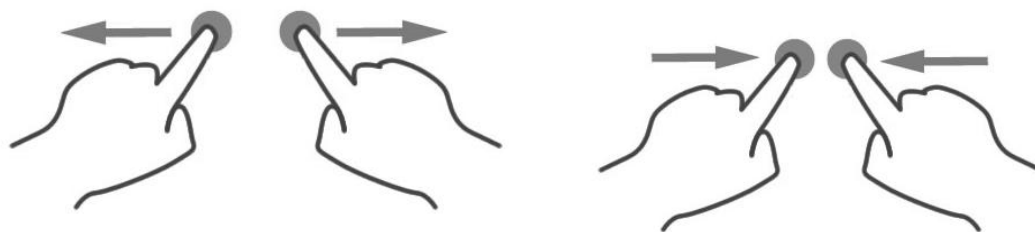


Figura 24 - Exemplo de Toque com Dois Dedos Afastando (esquerda) ou Aproximando (direita).

³⁵ N.A.: Toque com dois dedos afastando ou aproximando - Livraria de gestos é denominado de *ZoomGesture*.

Por último, o gesto de toque realizado com dois dedos em simultâneo mas movendo apenas um à volta do outro no sentido horário ou anti-horário e sempre à mesma distância³⁶ tem a função de rotação, esta é orientada segundo o sentido do movimento do dedo que se move. Este é um gesto geralmente utilizado para rodar os objectos e que no projecto pode ser encontrado na subaplicação *Maps* permitindo assim fazer a rotação do mapa, e também, na simulação de fiduciais de forma a possibilitar a rotação da legenda do fiducial.

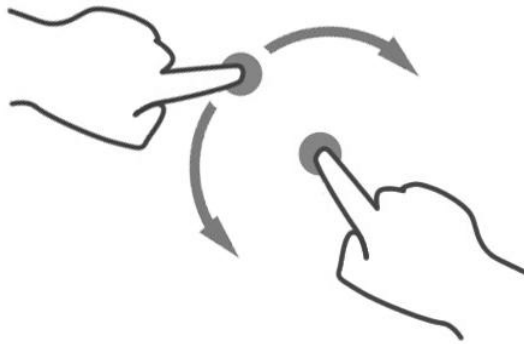


Figura 25 - Exemplo de Toque com Dois Dedos Efectuando uma Rotação.

³⁶ N.A.: Toque com dois dedos efectuando uma rotação - Livraria de gestos é denominado de *RotateGesture*.

3.6.2 Esquema de Navegação

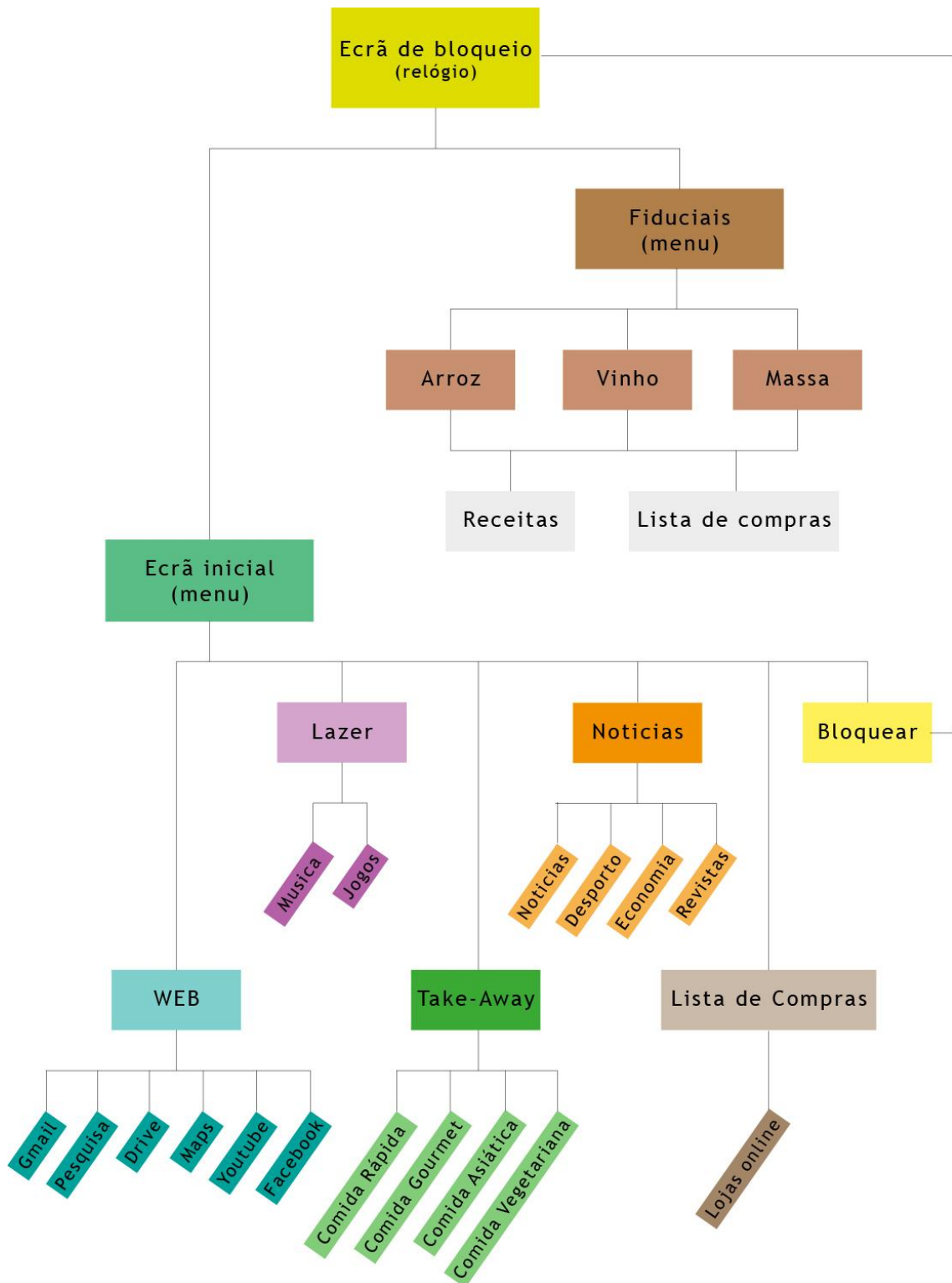


Figura 26 - Esquema de Navegação.

3.6.3 Concepção Gráfica

Os elementos gráficos presentes na aplicação CuboChef foram realizados com recurso a várias ferramentas de *design*, tais como, *Adobe Photoshop*, *Adobe Illustrator* e *Adobe Flash*. Cada ferramenta foi escolhida dependendo das características do elemento a desenvolver, bem como a complexidade do mesmo.

A ferramenta *Adobe Photoshop* é popularmente conhecida como uma ferramenta profissional de edição de imagens *bitmap*³⁷. Neste projecto esta ferramenta foi utilizada para criar os fundos da aplicação que vão mudando de cor, devido à sua versatilidade em criar imagens de raiz, através de desenho, efeitos e cores.

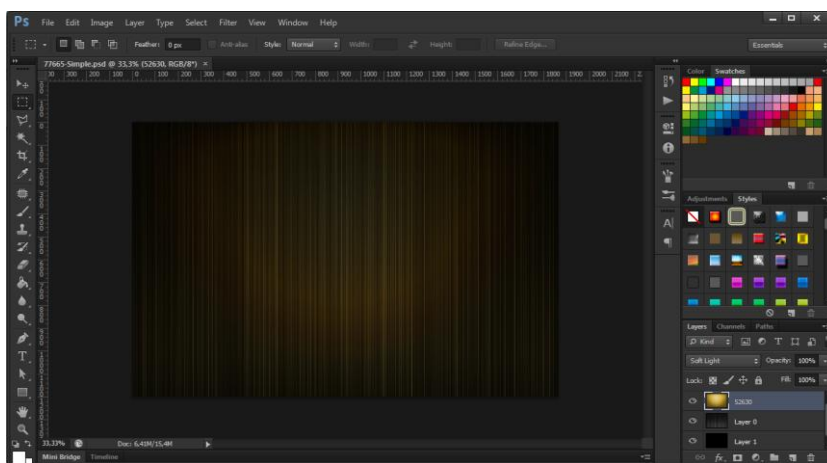


Figura 27 - Interface Adobe Photoshop CS6. (Imagem do fundo usado no projecto)

O *Adobe Illustrator* é uma ferramenta de desenho *vectorial*³⁸, esta permite o desenho de imagens e gráficos que podem ser aumentados ou reduzidos de tamanho sem perderem qualidade (ao contrário das imagens *bitmap* que por serem formadas por píxeis perdem qualidade quando são aumentadas ou reduzidas), devido a estas características este programa tem sido utilizado para a desenho gráfico, desenho técnico, ilustração digital e criação de *layouts* e objectos para introduzir no flash, dada a compatibilidade entre ambos.

Neste projecto, foi usada a ferramenta *Adobe Illustrator CS6*, para criar todo o *design* gráfico da interface, tais como os *layouts* das aplicações, ícones dos menus e logótipo. A escolha desta ferramenta foi realizada com base no rigoroso e profissional desenho *vectorial* e na sua polivalência e compatibilidade com o programa *Adobe Flash*.

³⁷ N.A.: *Bitmaps* - imagens que contêm a descrição de cada *pixel*. Cfr.: <http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/at62haz6.aspx>

³⁸ N.A.: *Vector* - imagem que se baseia em vectores matemáticos. Cfr.: http://www.vetorizando.com.br/tutor_oquevetor/oquevetor.htm

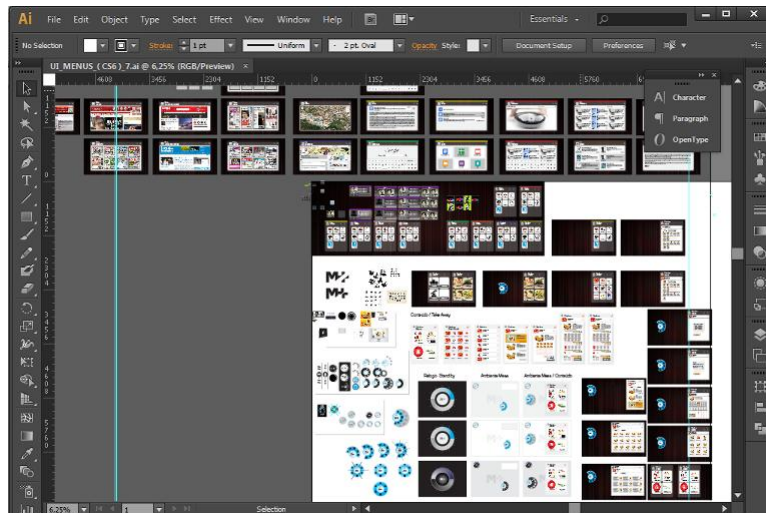


Figura 28 - Interface Adobe Illustrator CS6. (Layout das aplicações do projecto)

Por fim de forma a obter-se uma única aplicação com todos os elementos gráficos foram assembled, animados e programados no programa *Adobe Flash*, devido à sua versatilidade e compatibilidade com a tecnologia multitoque escolhida.

Esta a ferramenta é conhecida como uma ferramenta de animação de gráficos *vectoriais*, mas suporta também a utilização de *bitmaps*, vídeos e músicas. Permite animar todos os elementos gráficos e programa-los de forma a que se tornem interactivos e/ ou realizem acções.

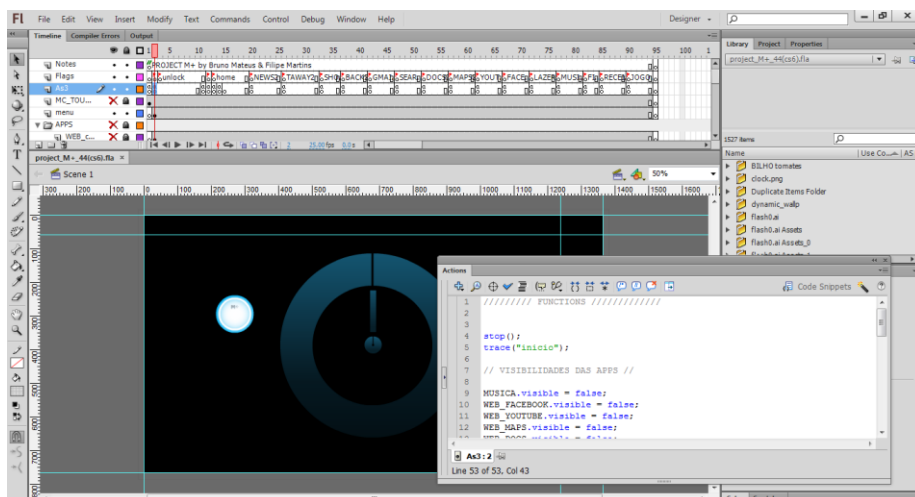


Figura 29 - Interface Adobe Flash CS6. (Montagem, animação e programação do projecto)

3.6.3.1 Elementos e Aplicações

Os elementos e aplicações foram projectados seguindo uma linha gráfica linear, para isso recorreu-se ao uso de formas geométricas, rectângulos e quadrados com cantos arredondados de forma a causar um impacto visual mais suave.

Dentro dos elementos da aplicação podemos encontrar inicialmente o ecrã de bloqueio que contem um relógio central, com um *design* diferente mas seguindo o conceito e algumas linhas gráficas dos relógios analógicos convencionais.

Este ecrã é usado para quando a aplicação se encontra em *stand-by*. Deste modo, se nenhum utilizador interagir com a mesa, o relógio encontra-se dissimulado e com baixa iluminação de modo a poupar energia (Figura 30 - Imagem à esquerda). Por outro lado quando um utilizador interage com a mesa (através de um toque sobre a superfície tangível) esta automaticamente corresponde aumentando a luminosidade e apresenta uma informação indicando ao utilizador a acção a realizar para desbloquear a mesa (Figura 30 - Imagem à direita), no entanto se o utilizador não voltar a interagir com a mesa, passados 5 segundos, esta retira a mensagem de aviso e volta a baixar a luminosidade do ecrã. Para desbloquear a aplicação e seguir para a tela inicial, o utilizador terá de efectuar um duplo toque.

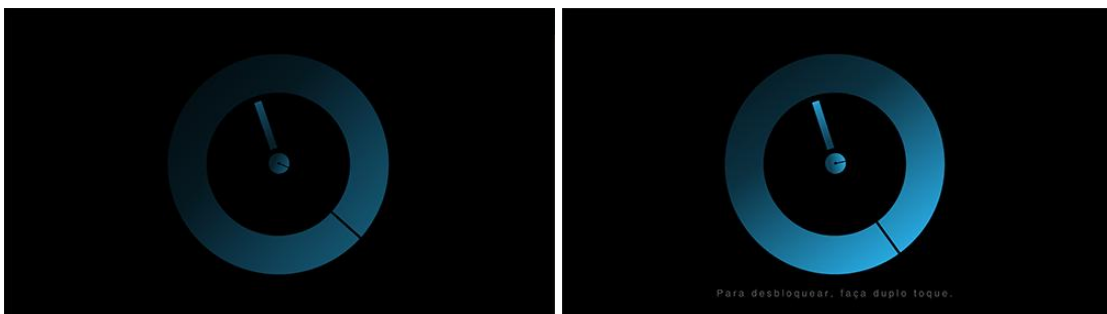


Figura 30 - Relógio *Stand-by*.

Após o desbloqueio da tela inicial, a aplicação apresenta um novo ecrã ao utilizador, que contem um menu onde o utilizador poderá escolher as aplicações que pretende utilizar.

O Menu contém ícones ilustrativos de cada aplicação (Figura 31), todos estes ícones foram pensados de forma a que a percepção do utilizador fosse o mais imediata possível, tendo inclusive sido utilizadas algumas logo marcas de forma adaptada às linhas gráficas predefinidas anteriormente, simples e rectas, mas sem quinas (cantos arredondados) e recorrendo-se apenas por uma paleta monocromática.

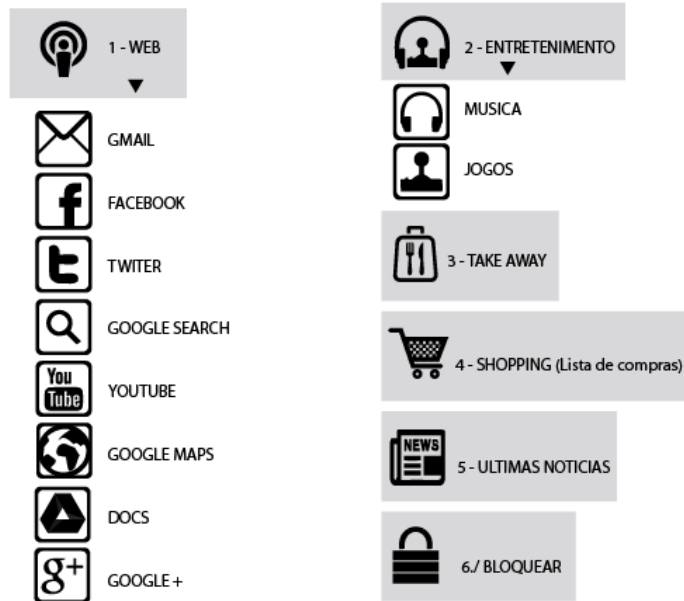


Figura 31 - Ícones Menus.

Para além do menu, na tela principal aparece também um relógio no canto inferior do ecrã, este mantém-se sempre visível para que o utilizador tenha acesso às horas e dia em qualquer momento. Recorreu-se a um relógio digital por ser de imediata a leitura das horas, mas também por se tornar mais discreto, ainda neste sentido, foi utilizada uma cor azul (segundo a cor utilizada no menu) com 35% de transparência, de modo a que não se torne um elemento muito importante e resalte visualmente.



Figura 32 - Relógio Digital.

Por último a tela principal dispõem de um fundo com formas simples que muda de cor de 2 minutos em 2 minutos com uma transição entre cores que demora outro tanto tempo, fazendo com que esta mudança passe quase despercebida ao utilizador, mas que no entanto dá uma nova vida à mesa que por sua vez não se torna tão monótona. Na imagem que se segue é possível ver as cores e perceber a transição entre elas.

Este fundo torna-se interactivo quando o menu não está visível, pois é através de um duplo toque sobre este que o menu volta a ficar disponível e visível.

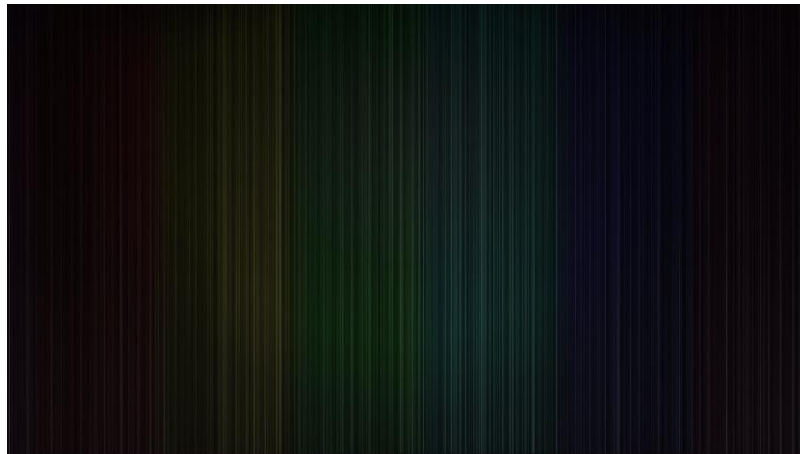


Figura 33 - Transição e Cores do Fundo de Ecrã.

Para além dos elementos referidos anteriormente, a aplicação CuboChef, contem diversas subaplicações bastante úteis que permitem ao utilizador fazer o que necessita sem ter de recorrer a outros dispositivos. Estas subaplicações estão divididas por categorias consoante a tipologia em que se enquadram.

O design destas subaplicações segue a linha gráfica referida anteriormente, bem como o conceito do projecto, sendo ainda destacadas por uma linha de cor personalizada a cada subaplicação colocada na barra de título. Para além desta linha, cada subaplicação é identificada com um título e um subtítulo, sendo que o título corresponde à categoria e o subtítulo, identifica a subaplicação. Em escala, estas têm todas aproximadamente metade da área total do ecrã de forma a que todo o conteúdo seja legível, e ao mesmo tempo possibilitar espaço para que o utilizador possa usar outras aplicações em simultâneo.

De seguida apresentam-se as subaplicações presentes na categoria *WEB* que, tal como o nome indica, são aplicações que permitem ao utilizador contactar com o mundo exterior. Todas as subaplicações *WEB* já existem actualmente na internet, no entanto, o design foi completamente reformulado e adaptado ao ambiente gráfico e funcional da mesa, bem como à interacção através do toque.

Seguindo a ordem definida no menu, que dispõem as aplicações consoante o grau da sua importância, em primeiro lugar encontra-se a subaplicação *Gmail*. Esta permite um acesso directo à caixa de *e-mail* do utilizador possibilitando que, por exemplo, enquanto o utilizador prepara o pequeno almoço possa também consultar o e-mail e se necessário responder directamente da mesa.

A cor escolhida para esta subaplicação, foi o castanho, devido a esta transmitir segurança e estabilidade, mas também por ser uma cor neutra que não distrai a atenção do utilizador. O design foi concebido de forma a tornar a consulta de *e-mail*, bem como as respostas aos mesmos, pudesse ser feita da forma mais simples possível, evitando perdas de tempo desnecessárias ou confusões de navegação ao utilizador, tudo é simples e prático.

A página inicial (Figura 34), apresenta o últimos seis e-mails, destacando os não lidos com um fundo branco dos lidos com um fundo cinzento, para além disso, e possível ter acesso a uma imagem do remetente, bem como ler o assunto e um pouco da mensagem que contem o *e-mail*, por fim cada *e-mail* tem a informação do dia e hora em que foi recebido. A interacção é feita apenas com o toque simples directamente sobre os elementos gráficos.

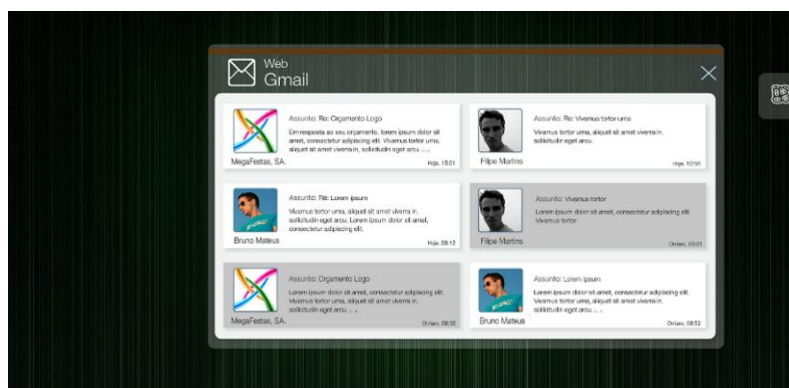


Figura 34 - Subaplicação Web - Gmail.³⁹

A subaplicação Pesquisa é a seguinte presente no menu. Esta subaplicação permite ao utilizador realizar uma pesquisa na internet recorrendo ao motor de busca mais eficaz e conhecido, o *Google*.

Relativamente ao *design*, recorreu-se a um design minimalista devido a ser uma subaplicação de utilização rápida, simples e directo. Sendo a cor utilizada para esta aplicação foi o verde-claro, não só por ser uma cor viva que destaca a subaplicação mas também por ser uma cor que transmite energia e boa sorte.

³⁹ Cfr.: Mais imagens da subaplicação Gmail no Anexo 1.



Figura 35 - Subaplicação Web - Pesquisa.

De seguida surge a subaplicação *Drive*, que tal como o nome indica trata-se de um local onde podem ser guardados ficheiros (uma *drive* virtual na internet como um disco do computador) deste modo, os todo o conteúdo pode ser acedido em qualquer altura e em qualquer lugar desde que se tenha acesso à internet.

Esta subaplicação funciona também como um *office* uma vez que suporta documentos como folha de escrita, folha de cálculo e apresentações, permitindo adicionar, criar novos ou editar os existentes.

O *design* específico aplicado a esta subaplicação é composto por seis rectângulos colocados em duas filas, estes rectângulos contêm a indicação através da utilização de texto e de um ícone que identifica de cada tipo de documentos a que se pode aceder ou a função que se pode realizar. A cor utilizada para esta aplicação foi o amarelo, por ser uma cor que transmite uma grande energia mental e ajuda na aprendizagem.

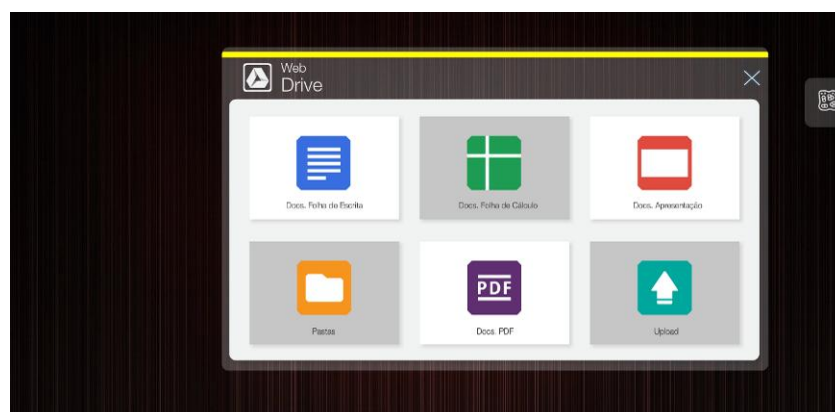


Figura 36 - Subaplicação Web - Drive.⁴⁰

⁴⁰ Cfr.: Mais imagens e código relevante de programação da subaplicação Drive no Anexo 2.

Num ambiente menos profissional, segue-se a subaplicação *Maps*. Esta permite o acesso a um mapa com fotografia real como o *Google Maps*, funcionando de forma idêntica.

Nesta subaplicação, o utilizador pode navegar através do mapa de forma simples e intuitiva, recorrendo a gestos de toque sobre a superfície tangível. No entanto visto ser necessário realizar funções como aumentar/ diminuir, rodar e mover a imagem, foi necessário implementar e programar⁴¹ novos gestos⁴² para realizar essas funções.



Figura 37 - Subaplicação Web - Maps.⁴³

A subaplicação *Youtube* é a que se segue, esta possibilita o acesso a ínfimos vídeos colocados na internet.

Os vídeos são apresentados numa grelha de três linhas por três colunas, num total de nove vídeos apresentados por página, cada vídeo contém uma pequena imagem ilustrativa, o título, um pequeno resumo e o tempo total do vídeo. Na página inicial encontram-se os últimos vídeos adicionados, no entanto existe um campo de pesquisa que permite ao utilizador pesquisar por um vídeo específico.

Relativamente à cor utilizada para esta subaplicação, optou-se pelo vermelho, não apenas por esta ser a cor caracterizadora do logotipo *Youtube* (empresa e site), mas também por transmitir energia e fazer perder a noção do tempo.

A interacção é realizada através do toque simples sobre o vídeo que se pretende visualizar.

⁴¹ Cfr.: Programação dos gestos aumentar/ diminuir, rodar e mover no Anexo 3.

⁴² Cfr.: Gestos explicados na subsecção 3.6.1 Interactividade.

⁴³ Cfr.: Mais imagens e código relevante de programação da subaplicação Maps no Anexo 3.

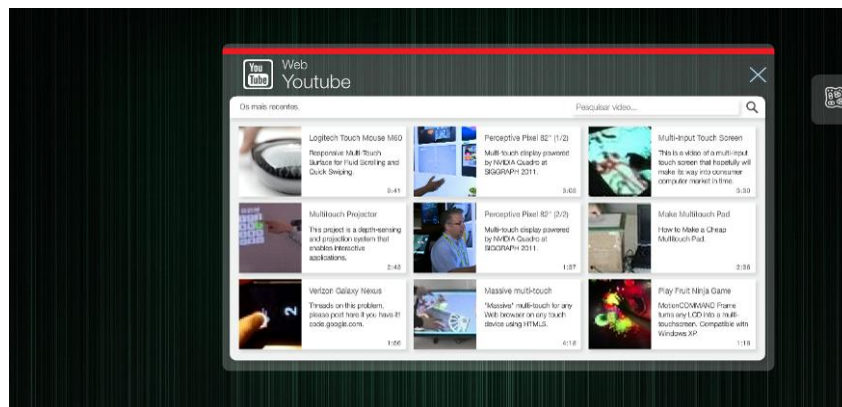


Figura 38 - Subaplicação Web - Youtube.⁴⁴

Por último na categoria *WEB*, encontra-se a subaplicação *Facebook*. Esta escolha deve-se ao impacto que as redes sociais têm actualmente na sociedade. Neste sentido esta subaplicação permite uma constante ligação a esta rede social, possibilitando ao utilizador um permanente contacto com o mundo virtual.

Em características funciona de forma idêntica ao *website* e a sua apresentação também é similar, tendo sido apenas realizado pequenos ajustes de reposicionamentos dos elementos gráficos.

A cor utilizada para esta subaplicação foi o azul, pois contém uma ligação directa ao logotipo do *Facebook*, e transmite o sentimento de liberdade.



Figura 39 - Subaplicação Web - Facebook.

Seguindo para a categoria seguinte apresentada no menu, a de lazer, encontra-se a subaplicação música.

⁴⁴ Cfr.: Mais imagens da subaplicação Youtube no Anexo 4.

Esta subaplicação permite a reprodução de músicas de modo a proporcionar um ambiente mais agradável quando se utiliza a mesa. A interação é feita com o toque simples directamente sobre os botões da subaplicação, deste modo o utilizador pode mudar para a anterior ou seguinte música, pará-la ou pausá-la a qualquer momento.

Ao nível do *design*, esta subaplicação foi pensada de modo a ter um tamanho reduzido e assim ocupar o mínimo espaço possível no ecrã, deste modo resta imenso espaço para o utilizador poder utilizar outras aplicações em simultâneo.

Para além da interface simples e minimalista, a subaplicação apresenta informação da música que se encontra em reprodução, esta informação contem uma capa que identifica a música, o nome do artista/ autor, o nome da música, o ano de lançamento e o tempo em que se encontra e total.

Tal como nas restantes subaplicações, também esta contem uma linha com uma cor no topo. Para esta foi escolhido o cor roxo, pois transmite alegria e felicidade, e ainda por ser uma cor que se destaca visualmente o que ajuda a identificar facilmente esta subaplicação quando se encontra entre outras.

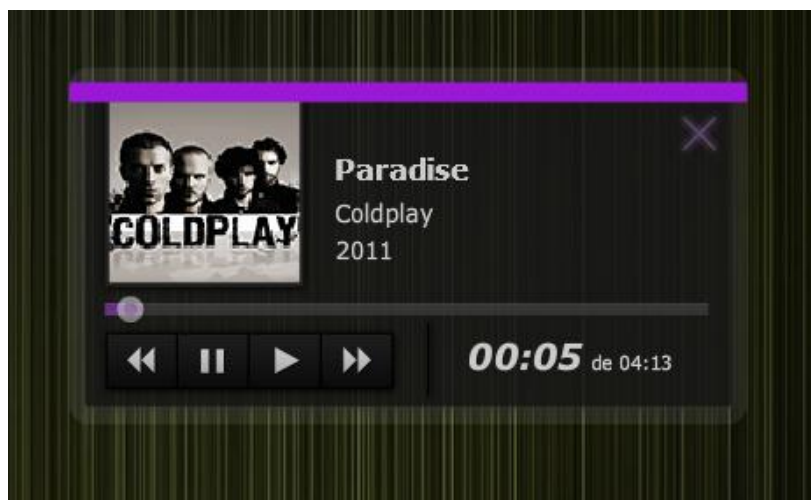


Figura 40 - Interface da Subaplicação - Música.

De seguida surge no menu a categoria de notícias, esta categoria é muito útil pois permite o acesso aos últimos jornais de notícias, desporto, economia e revistas, publicados. Esta subaplicação está em constante actualização, deste modo o utilizador consegue manter-se informado com as notícias mais actualizadas.

Inicialmente a subaplicação apresenta apenas um pequeno menu onde o utilizador poderá escolher através do toque, uma das quatro categorias referidas no parágrafo anterior, estas são apresentadas com representações gráficas de modo a ilustrarem cada categoria. Após esta

escolha surge um novo ecrã onde o utilizador poderá escolher, através de um toque simples, o jornal ou revista que quer consultar, sendo que esta surge de seguida. A qualquer momento o utilizador tem a liberdade de fechar ou mudar de jornal ou revista para uma outra que pretende consultar.

A cor escolhida para esta subaplicação foi o preto, não apenas por ser uma cor predominante nos jornais, uma vez que representa a mancha textual, mas também porque transmite poder, modernidade e formalidade.



Figura 41 - Interface da Subaplicação Notícias.⁴⁵

Uma outra subaplicação que apenas é acessível através da lista de compras, é a “Lojas *online*”. Esta permite que o utilizador aceda a diversas lojas *online* de modo a efectuar compras, que variam entre produtos alimentares, roupa, electrodomésticos e/ ou artigos de desporto, que serão entregues directamente em sua casa.

A subaplicação “Lojas *online*” apresenta oito lojas dispostas em duas linhas horizontais e quatro colunas, em que cada loja é representada pelo seu logotipo de modo a facilitar a identificação de cada loja. A interacção é feita directamente sobre o logotipo da loja onde pretende realizar as compras, sendo que após esta interacção a aplicação apresenta a loja respectiva. No entanto se o utilizador pretender mudar de loja e/ ou fazer compras noutra, pode a qualquer momento fazer essa troca através dos botões de navegação presentes.

A cor escolhida para identificar esta subaplicação, foi o branco pois transmite liberdade, liberdade que o utilizador possui nas escolhas enquanto faz as suas compras para a sua casa.

⁴⁵ Cfr.: Mais imagens da subaplicação Notícias no Anexo 6.



Figura 42 - Interface da Subaplicação Compras - Lojas Online.⁴⁶

Finalmente desenvolveu-se ainda um pequeno elemento, um *timer*⁴⁷ para introduzir nas receitas, pois seria pertinente uma forma que ajuda-se temporalmente o utilizador enquanto este realiza as receitas.

A sua forma de funcionamento é simples, quando o utilizador está a ler a receita e encontra algo que demora algum tempo a realizar e que precisa de ser contado, surge um contador de tempo com o tempo que essa operação irá demorar e que pode ser inicializado com um toque sobre o mesmo. Após a inicialização do *timer* este fica a verde e mostra o tempo restante para terminar, no entanto após a sua inicialização, o utilizador poderá voltar a pará-lo e reiniciá-lo sempre que assim o entender.

Quando o tempo acaba surge uma mensagem a informar que o tempo terminou, o *timer* pisca constantemente com uma cor vermelha e é reproduzido um som de *beeper* que alerta o utilizador. Para terminar este aviso, basta realizar um toque sobre o mesmo.

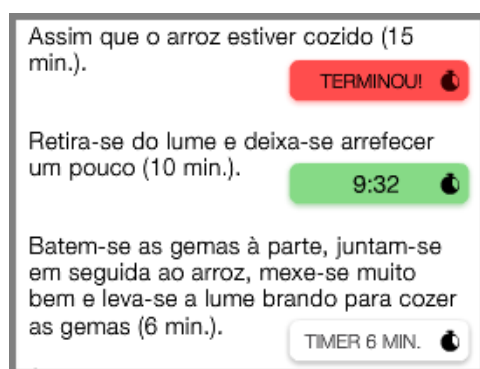


Figura 43 - Interface do *Timer*.

⁴⁶ Cfr.: Mais imagens da subaplicação “Compras - Lojas online” no Anexo 7.

⁴⁷ N.A.: *Timer* - contador de tempo.

3.6.3.2 Tipografia

A tipografia utilizada foi escolhida tendo em consideração o local onde esta era necessária.

O tipo de letra *Helvética* foi o tipo de letra mais utilizado no projecto, “é uma das fontes sem-serifa mais usadas no mundo” (Canha, 2008) pois possui características que fazem dela uma tipografia de referência para os *designers*.

“O objetivo da tipografia conhecida hoje com *Helvética*, era de criar um tipo claro, sem significados culturais, de fácil legibilidade e que pudesse ser usado em diferentes tipos de suporte: desde sinais de trânsito até impressos em papel.” (idem, ibidem)

A escolha desta tipografia foi definida pelo referido na citação acima, o facto de ser uma tipografia que possui uma excelente legibilidade em qualquer que seja o suporte utilizado. Esta tipografia foi utilizada sobretudo em títulos e subtítulos das subaplicações, na mensagem de aviso no ecrã de bloqueio, nos *timers* das receitas e na informação textual presente nas subaplicações música, *gmail*, *docs* e *youtube*.

Uma segunda tipografia utilizada, foi a *Digit* por ter um formato muito semelhante aos números presentes nos relógios digitais. Esta foi utilizada no relógio digital presente no canto inferior direito em toda a aplicação (desde que esta se encontre desbloqueada).

3.6.3.3 Animações e Sons

Na aplicação *CuboChef* as animações presentes em todas as suas subaplicações servem para dar ainda mais dinamismo à aplicação em geral, estas animações são simples e rápidas, para que a navegação se torne rápida e directa.

Em relação aos sons, para além das músicas da aplicação “música” que servem para dar ambiente à aplicação em geral, apenas foi adicionado o som do alarme tipo *beeper* que tem a função de alertar o utilizador para a conclusão do tempo do *timer*.

Capítulo 4

Protótipo

O protótipo para este projecto teria de se adaptar ao conceito inerente, por isso foi projectada uma mesa que se inserisse no ambiente de cozinha doméstica.

Para isso foi construída uma mesa completamente fechada de modo a conter todos os componentes necessários para o seu funcionamento dentro dela. Esta contém um ecrã completamente plano na sua superfície onde é apresentada a aplicação e onde o utilizador pode interagir através do toque.

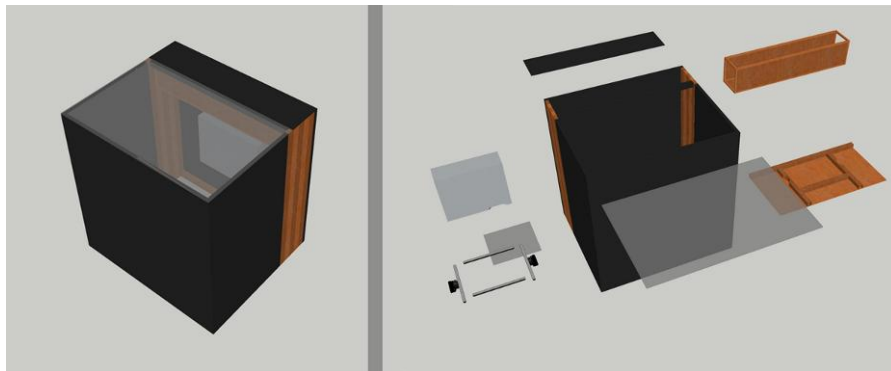


Figura 44 - Imagens 3D do Protótipo.

4.1 Construção e Adaptação

Após a escolha da tecnologia multitoque a utilizar, partiu-se para o planeamento da construção da mesa física.

Inicialmente a ideia consistia em construir uma mesa completamente fechada onde se pudessem incluir os elementos do sistema multitoque no seu interior, em que a superfície tangível e ecrã fosse toda a área superior da mesa, tal como o representado na figura 45 apresentada abaixo.

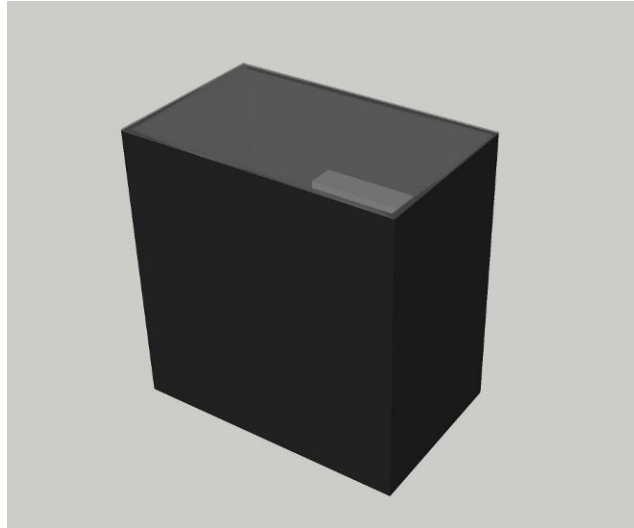


Figura 45 - Protótipo Inicial.

No entanto, após os primeiros testes revelou-se impossível esta configuração, pois o projector disponível para realizar o projecto tinha um tamanho muito superior ao máximo aceitável para esta configuração. Deste modo quando se projectava a imagem no acrílico (superfície superior da mesa) surgia uma sombra provocada pelo projector.

Após este contratempo foi realizado um *re-design* e avançou-se para um segundo protótipo da mesa de modo a corrigir-se este problema. A solução passou por aumentar lateralmente o tamanho da mesa possibilitando desta forma, que o projector fica-se mais para fora e assim não provoca-se qualquer sombra na projecção.

No entanto este aumento fez com que uma área na superfície superior fica-se vazia. Para solucionar este “vazio” e pensando no ambiente para o qual a mesa foi projectada, foi construída uma pequena arrumação em forma de gaveta e a sua respectiva tampa, visível na figura 46.

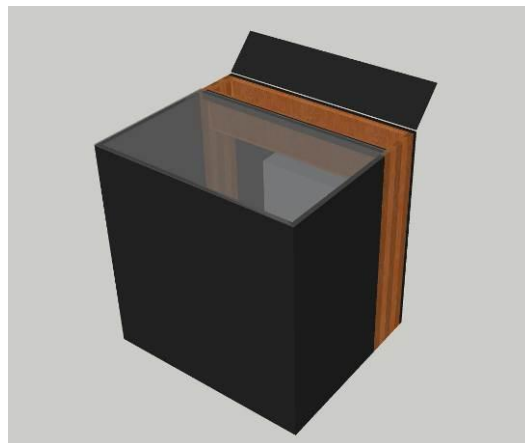


Figura 46 - Segundo Protótipo.

De seguida foram dispostos os lasers e uma câmara na base do interior da mesa de forma a recriar o sistema *rear DI*. No entanto a câmara não conseguia captar a área total do acrílico devido ao seu tamanho ser superior à abertura da lente da câmara, e a luz infravermelha não tinham força suficiente para fazer uma boa iluminação do acrílico.

A solução para estes dois problemas passou por três soluções. Relativamente à câmara a solução foi a introdução de duas câmaras em paralelo, deste modo conseguiu-se uma captação de imagens com melhor qualidade e contemplar toda a área da superfície táctil. Já para resolver o problema da fraca iluminação da luz infravermelha, a solução foi realizada em duas fases. A primeira consistiu em forrar todo o interior da mesa com folha de alumínio de modo a que a luz se reflectisse na prata se conseguisse algum ganho na iluminação. Todavia esta solução não foi suficiente e a segunda fase da resolução consistiu em criar uma base onde se coloca-se os *lasers* e as câmaras, e elevar-se essa base 15cm do chão de modo a aproximar os *lasers* do acrílico e assim intensificar a luz infravermelha.



Figura 47 - Base Câmaras e lasers Infravermelhos.

Após isto concluiu-se a construção do protótipo.

4.2 Material Utilizado

Para o este protótipo foi usado diverso material, na figura 48 abaixo está representada uma desconstrução da mesa bem como a ilustração do local e material utilizado.

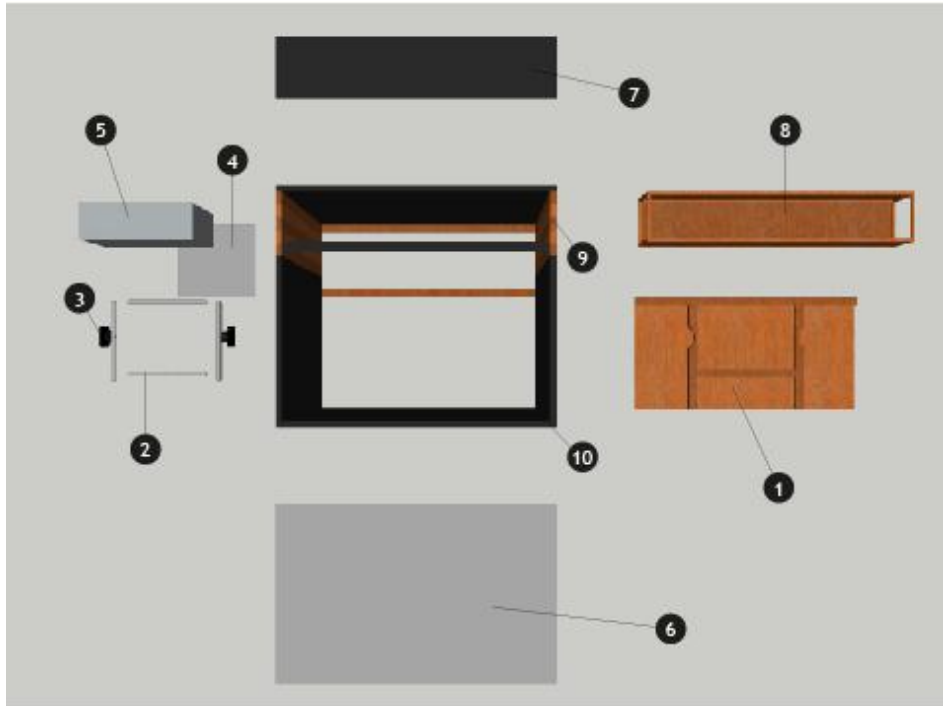


Figura 48 - Desconstrução da Mesa - Elementos.

Para o este projecto foi usado o seguinte material:

- [1] Base câmaras e lasers infravermelhos;
- [2] 4x Barra LEDs infravermelhos 3W, 850nm (30cm comprimento);
- [3] 2x Câmara PS3 Eye com filtro infravermelho;
- [4] 1x Espelho 30x30cm;
- [5] 1x Projector;
- [6] 1x Acrílico com uma face difusora;
- [7] Tampa da gaveta;
- [8] Gaveta;
- [9] Madeira de pinheiro esp. 2,5cm.
- [10] MDF esp. 2cm.

4.3 Medidas do protótipo

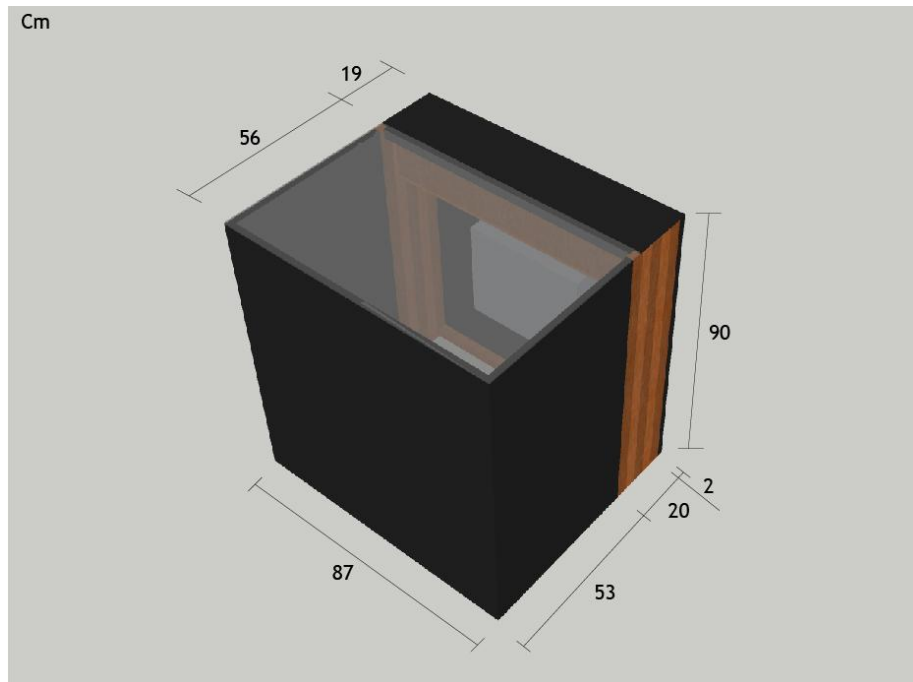


Figura 49 - Medidas do Protótipo - Exterior.

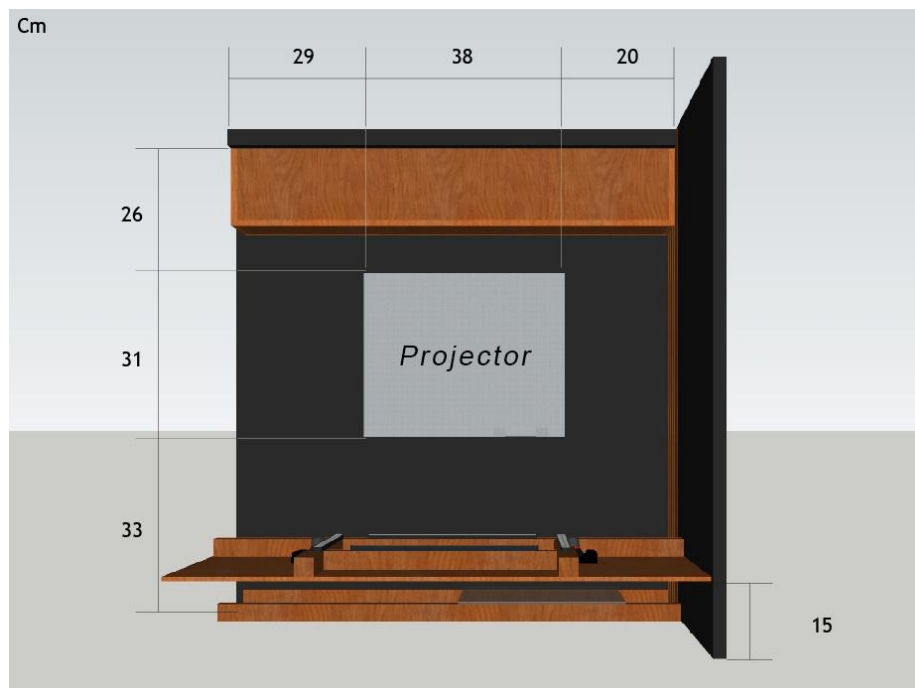


Figura 50 - Medidas do Protótipo - Interior.



Figura 51 - Medidas do Protótipo - Base dos Lasers e Câmara.

4.4 Testes Finais e Resultados

Após a conclusão do protótipo foram realizados testes ao seu funcionamento.

Nos primeiros testes, os resultados não foram os melhores, devido à falta de calibração das câmaras, e de ajustes do projecto e nas barras infravermelhas. Depois da correcção os problemas referidos, voltou a realizar-se novos testes que revelaram resultados optimistas.

Contudo, embora a mesa funcione bem na interacção com o toque e gestos, a sensibilidade a estes não é perfeita e sendo reconhecidos alguns toques mesmo quando os dedos se encontram a cerca de 2-3cm da superfície tangível e não apenas quando estes entram em contacto com a superfície. Isto acontece porque a tecnologia utilizada, tal como explicado no capítulo 1, subsecção 1.3.3.2 DI, é uma tecnologia com um custo de construção baixo que tem algumas limitações. Isto não aconteceria caso fosse utilizada uma mesa com tecnologia capacitiva⁴⁸.

Também devido a incompatibilidade dos *softwares* de *tracking*⁴⁹ existentes actualmente, a utilização de fiduciais e duas câmaras não é compatível e por isso a ideia inicial do projecto teve de ser adaptada e o sistema de fiduciais desenvolvido de forma simulada para que seja possível utilizar este sistema quando o *software* o permitir.

No entanto o protótipo deixa-nos um *feedback* positivo no seu funcionamento geral, e desta forma concluiu-se a sua construção e testes ao protótipo.

⁴⁸ Cfr.: Capítulo 1, subsecção 2.3.2 Capacitivo.

⁴⁹ Cfr.: Capítulo 1, subsecção 2.4 *Software*.

Conclusão

O relatório apresenta um projecto composto por uma mesa com tecnologia multitoque e uma aplicação interactiva e dinâmica, projectada para se inserir no ambiente de cozinha doméstica com o objectivo de facilitar e ajudar a vida quotidiana de um cidadão comum.

O projecto intitulado de CuboChef que foi desenvolvido ao longo de um ano no Laboratório de Instalações Multimédia Interactivas da Universidade da Beira Interior, que nos forneceu suporte e algum material necessário à realização do mesmo.

Antes de se iniciar qualquer trabalho, foram realizadas estudos teóricos através de pesquisas que possibilitaram obter os conhecimentos necessários sobre as temáticas do projecto. Estas pesquisas foram posteriormente analisadas de forma a que as escolhas realizadas fossem as mais correctas e com fundamento científico.

Deste modo, foram sendo desenvolvidos protótipos seguindo o conceito definido inicialmente. No entanto, mesmo após os estudos, pesquisas e análises foram surgindo imprevistos que este tipo de projectos acarreta. Para resolve-los foram realizadas novas pesquisas para conseguir obter ainda maior conhecimento sobre o tema, de forma a conseguir ultrapassar todas as barreiras.

No final, foram realizados alguns testes realizados por convidados informais que partilharam as suas opiniões/ sugestões, isentas de qualquer influência vinda de ideias pré-concebidas ou de experiencias na criação deste tipo de projecto. Estas opiniões/ sugestões foram muito importantes, pois após a análise das mesmas, foi possível melhorar o projecto tornando-o mais funcional para o mundo real e conseguindo assim resultado final mais sólido que cumpre os objectivos para a qual foi concebido.

Em suma, o projecto final revelou-se bastante interessante, mesmo tendo em conta as alternativas e soluções utilizadas para ultrapassar os problemas que surgiram durante o seu desenvolvimento. *“Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da ignorância que podemos solucioná-los.”* (Isaac Asimov)

Com este trabalho foi ainda possível aprofundar conhecimentos sobre a tecnologia multitoque, bem como as superfícies que utilizam esta tecnologia como recurso, despertando assim uma maior vontade de continuar a aprofundar conhecimentos, bem como desenvolver outras aplicações multimédia nesta área.

Visto ser um projecto inovador e construído como sendo um protótipo, existem sempre trabalhos futuros a desenvolver.

Em relação à mesa e aos seus componentes, o trabalho que pode ser desenvolvido futuramente passa por utilizar melhores componentes com qualidade superior de forma a obter ainda melhores resultados do seu funcionamento geral.

Neste sentido os componentes a melhorar, seriam ao nível das câmaras, da iluminação infravermelha e do projector. No caso das câmaras, a utilização de filtros infravermelhos desenhados especificamente para este sistema, bem como a utilização de lentes mais potentes que possibilitam a captação de uma imagem mais nítida com certeza melhoraria o seu funcionamento geral. Já em relação à iluminação infravermelha, a melhoria passa por adicionar mais leds que iluminem os quatro cantos da superfície táctil de modo a que o toque, objectos e fiduciais, possam ser reconhecidos mais facilmente. Já em relação ao projector, a utilização de um com medidas mais reduzidas e uma melhor qualidade de imagem, permitiria utilizar mais superfície táctil e/ ou aumentar as dimensões da mesa e da superfície tangível.

Também a utilização de um micro computador colocado no interior da mesa dedicado ao funcionamento geral da mesa e da aplicação, faria com que esta não necessitasse de qualquer ligação para o exterior, a não ser a ligação eléctrica que alimenta todo o sistema. Desta forma, tornava-se numa mesa completamente autónoma sempre apta a funcionar, sem qualquer necessidade de suporte exterior.

Em relação à aplicação em geral, o trabalho futuro a realizar passa por uma real implementação de fiduciais de modo a que seja possível identificar os objectos que sejam colocados sobre a mesa e interaja com eles. Poderão também ser desenvolvidas mais subaplicações e funcionalidades que tornem a mesa ainda mais completa.

Para além das melhorias possíveis de realizar no próprio projecto, este poderá também servir como ponto de partida para projectos futuros que recorram ao mesmo tipo de tecnologia, podendo ainda ajudar a solucionar problemas através da partilha de conhecimentos aqui presentes.

Referências Bibliográficas

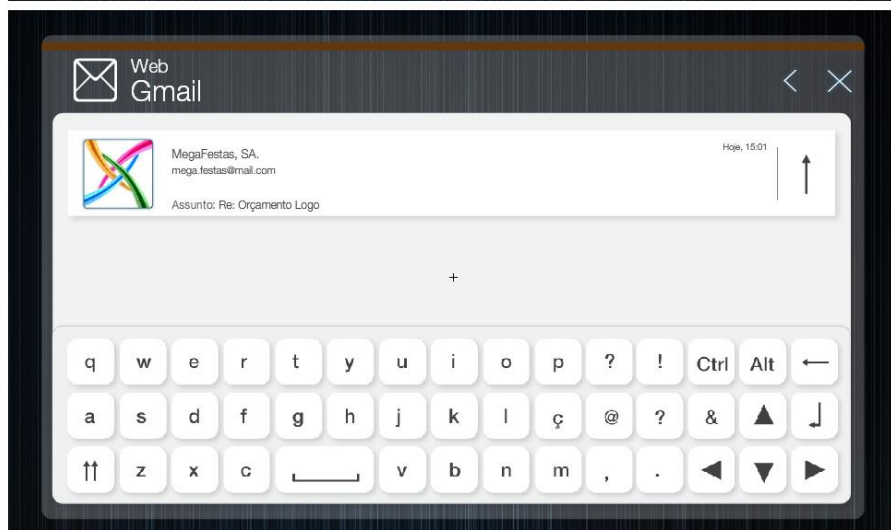
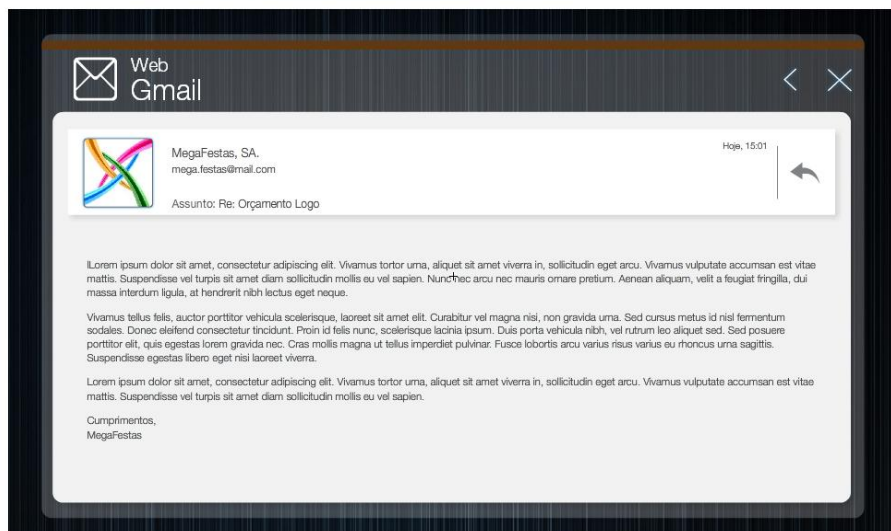
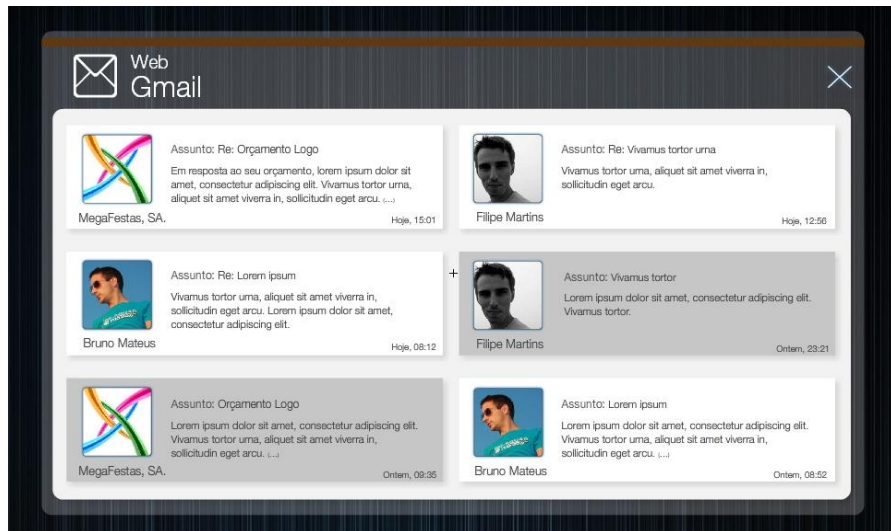
- Bhalla, M., & Bhalla, A. (2010). *Comparative Study of Various Touchscreen Technologies*. International Journal of Computer Applications. pp.12-18.
- Costa, A. M. (2010). *Superfícies Multitoque. Unidade Curricular de Sistemas Multimédia*. Instituto Superior Miguel Torga, Coimbra.
- Garofalo, F. (2010). *User interfaces for simultaneous group collaboration through multi-touch devices*. Purdue University.
- Humphrey, L. (2011). *Microsoft surface : multi-touch, gesture recognition, Microsoft*. Beau Bassin, Mauritius: Claud Press.
- Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). *Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atomss*. Published in the Proceedings of CHI'97. ACM.
- Jordà, S., Alonso, M., Geiger, G., & Kaltenbrunner, M. (2007). *The reactTable: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces*. USA: in 'TEI '07 Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction'. ACM. pp. 139 - 146.
- Kaltenbrunner, M., Bovermann, T., Bencina, R., & Costanza, E. (2005). *"TUIO: A Protocol for Table-Top Tangible User Interfaces"*. EUA.
- Liu, Q. (2010). *"TUIO, Touchlib, reactIVision and Community Core Vision"*. Media Arts and Technology. University of California, Santa Barbara.
- Nakatani, L. H., & Rohrlich, J. A. (1983). *"Soft Machines: A Philosophy of User-Computer Interface Design"*. Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI'83.
- NUI Group. (2009). *Multi-Touch Technologies*. NUI Group.
- Selker, T. (2008). *Touching the Future. In combination with finger and hand gestures, multitouch input is enabling users to manipulate and display information in innovative and unprecedented ways*. Communications of the ACM.
- Silva, M. (2011). *TouchBoard: Trabalho colaborativo sobre superfícies Multi-toque*. Lisboa.
- Taylor, S., Lazdi, S., Krik, F., Harper, R., & Mendoza, A. G. (2008). *Turning the Tables: An Interactive Surface for VJing*. ACM.
- Weiser, M. (1991). *The Computer for the 21st Century*. Scientific American.
- Wellner, P. (1991). *The DigitalDesk calculator: tangible manipulation on a desk top display*. ACM.

Referências Eletrônicas

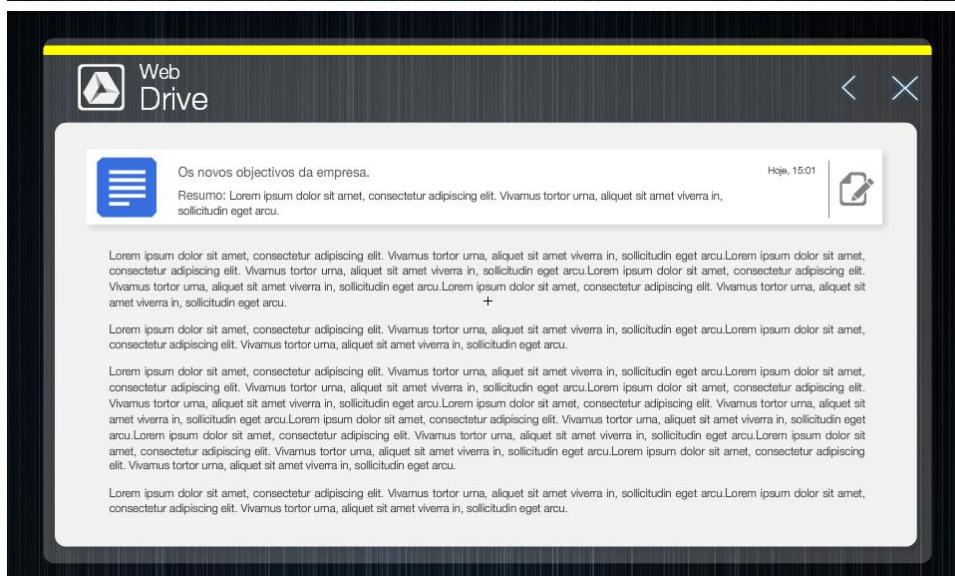
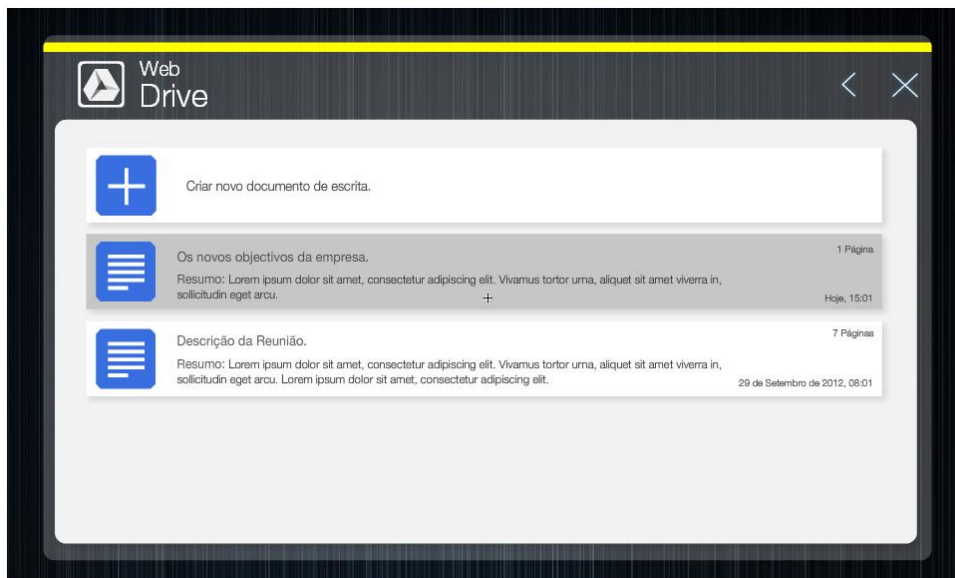
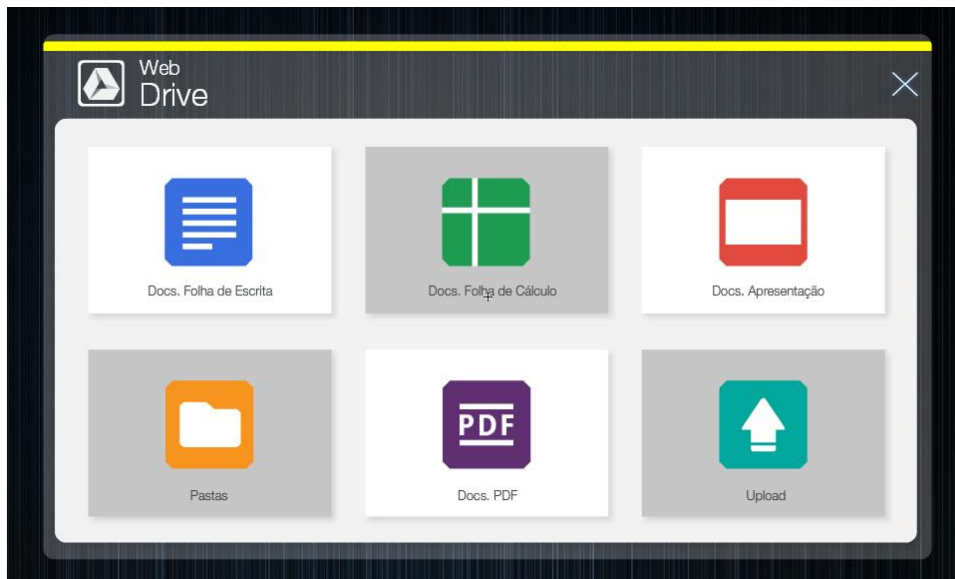
- Buxton, B. (12 de Janeiro de 2007). *Microsoft Research. Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved*. Obtido em 08 de Julho de 2012, de Bill Buxton WebSite: www.billbuxton.com/multitouchOverview.html
- Canha. (15 de Setembro de 2008). *Helvetica - a fonte mais famosa*. Obtido em 2012 de Setembro de 20, de DESIGN.BLOG: <http://design.blog.br/design-grafico/helvetica-a-fonte-mais-famosa>
- Churikov, A. (23 de Outubro de 2011). *CCV 1.5 Official Release*. Obtido em 16 de Setembro de 2012, de Nui Group Forum: <http://nuigroup.com/forums/viewthread/13330/>
- Landim, W. (29 de Julho de 2011). *Tecmundo*. Obtido em 07 de Agosto de 2012, de Como funcionam as telas touchscreen capacitivas?: www.tecmundo.com.br/infografico/12033-como-funcionam-as-telas-touchscreen-capacitivas-infografico-.htm
- Lau, R. (20 de Abril de 2012). *Microsoft Surface 2.0 sheds 'prototype' status*. Obtido em 05 de Setembro de 2012, de techgoondu: www.techgoondu.com/2012/04/20/microsoft-surface-2-0-sheds-prototype-status/#.UFUpol1IRYU
- Neris, V., Martins, M., Prado, M., Hayashi, E., & Baranauskas, M. (18 de Julho de 2008). *Design de Interfaces para Todos - Demandas da Diversidade Cultural e Social*. Obtido em 2012 de Setembro de 20, de Laboratório de Banco de Dados - Universidade Federal de Minas Gerais: www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/semish/2008/006.pdf
- NUI Group. (2007). *Touchlib - A Multi-Touch Development Kit*. Obtido em 20 de Setembro de 2012, de NUI Group: <http://nuigroup.com/touchlib/>
- NUI Group, C. (10 de Fevereiro de 2010). *Community Core Vision*. Obtido em 16 de Setembro de 2012, de NUI Group Community: <http://ccv.nuigroup.com/>
- OlharDigital. (12 de Março de 2009). *Restaurante inglês tem mesa interativa*. Obtido em 2012 de Setembro de 24, de Olhar Digital: http://olhardigital.uol.com.br/produtos/digital_news/restaurante-ingles-tem-mesa-interativa
- reactIVision. (19 de Maio de 2009). *"a toolkit for tangible multi-touch surfaces"*. Obtido em 16 de Setembro de 2012, de reactIVision: <http://reactivision.sourceforge.net/>
- Waloszek, G. (12 de Setembro de 2002). *Supporting Group Work through Hardware and Software Solutions*. Obtido em 15 de Agosto de 2012, de SapDesignGuild: www.sapdesignguild.org/editions/edition5/hardware.asp

Anexos

Anexo 1 - Imagens Subaplicação Gmail.



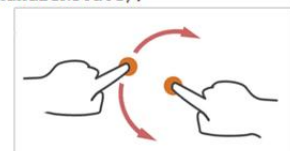
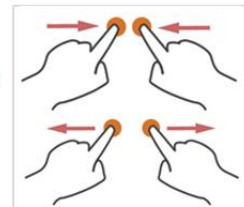
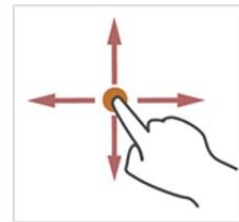
Anexo 2 - Imagens Subaplicação Drive.



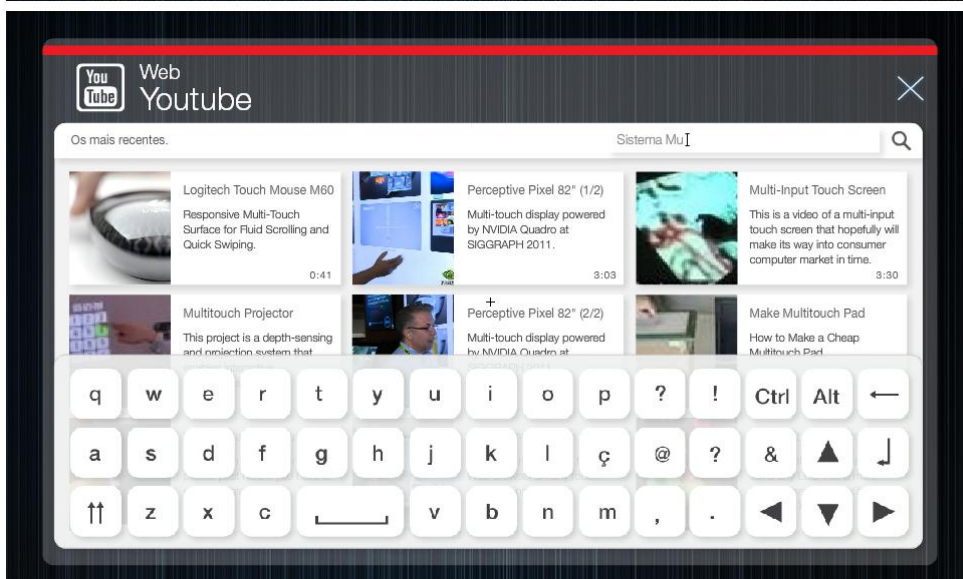
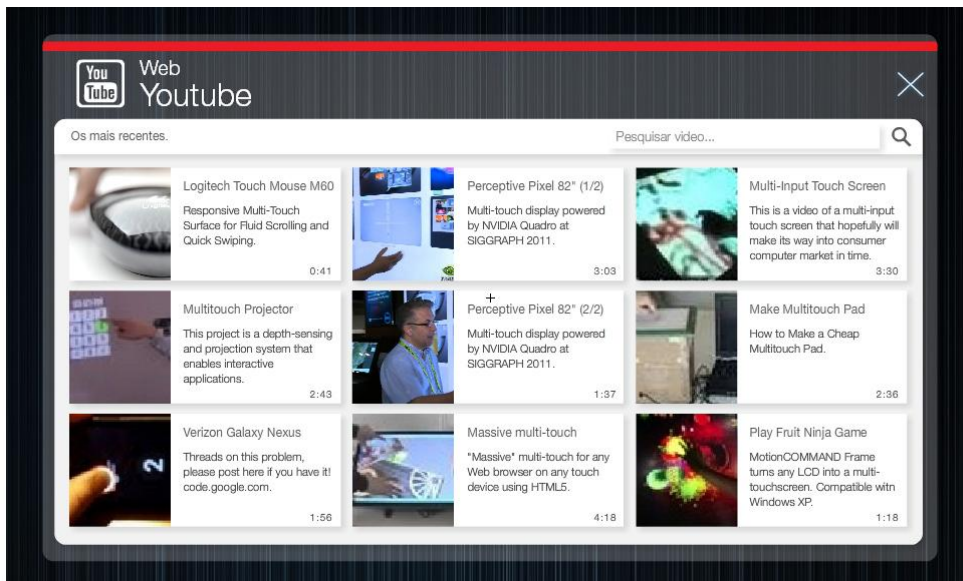
Anexo 3 - Imagens e Programação da Subaplicação Maps.



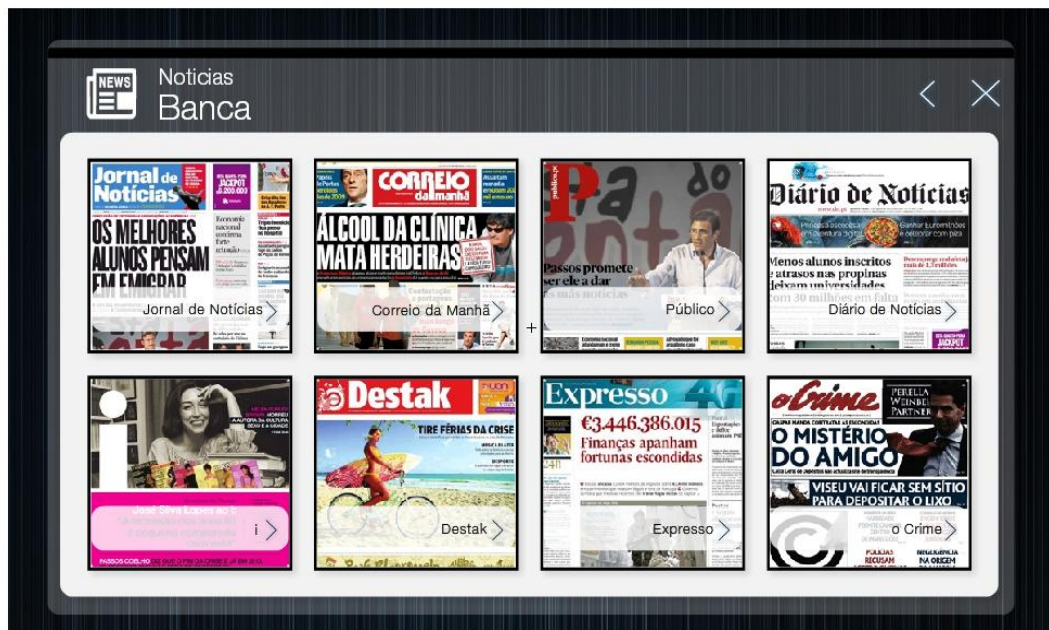
```
34 // IMPORTAR GALERIA DE GESTOS //
35 import org.tuio.gestures.GestureManager;
36
37 import org.tuio.gestures.ZoomGesture;
38 import org.tuio.gestures.RotateGesture;
39
40 // ADICIONAR O GESTO DE ZOOM E ROTAÇÃO //
41
42 GestureManager.addGesture(new ZoomGesture());
43 GestureManager.addGesture(new RotateGesture());
44
45
46 // MOVER O MAPA //
47 mapamaa.addListener(TransformGestureEvent.GESTURE_PAN, sdrag);
48
49 function sdrag(e:TransformGestureEvent):void
50 {
51     mapamaa.x += e.offsetX;
52     mapamaa.y += e.offsetY;
53 }
54
55 mapamaa.addListener(org.tuio.TouchEvent.TOUCH_UP, sstopdrag);
56
57 function sstopdrag(e:org.tuio.TouchEvent):void
58 {
59     mapamaa.stopDrag();
60 }
61
62 // ZOOM //
63
64 mapamaa.addListener(TransformGestureEvent.GESTURE_ZOOM, handleScale);
65
66 function handleScale(e:TransformGestureEvent):void
67 {
68     trace("scale event. scale: x " + e.scaleX + " / y " + e.scaleY);
69     e.target.scaleX *= e.scaleX;
70     e.target.scaleY *= e.scaleY;
71 }
72
73 // ROTAÇÃO //
74
75 mapamaa.addListener(TransformGestureEvent.GESTURE_ROTATE, handleRotate);
76
77 function handleRotate(e:TransformGestureEvent):void
78 {
79     trace("rotate event. rotation : " + e.rotation);
80     e.target.rotation += e.rotation;
81 }
```



Anexo 4 - Imagens Subaplicação Youtube.



Anexo 5 - Imagens Subaplicação Notícias.



Anexo 6 - Imagens Subaplicação Lojas-Online.

