

## **Criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi**

**Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre na área de Recursos Digitais em Educação**

**Paulo Luís Gomes Nunes**

**Orientador:**

**Professor Doutor José Maurício Dias**

**2021, abril**



*“Sou um grande crente de que qualquer ferramenta que melhore a comunicação tem efeitos profundos na forma como as pessoas aprendem umas com as outras, e como podem atingir o tipo de liberdades em que estão interessadas”.*

William Henry Gates III  
(Bill Gates)

*Dedico esta parte da minha vida aos meus alunos, muito especialmente àqueles que me recebem com um sorriso ou um simples e envergonhado encolher de ombros.*

*Dedico-a também a todos os que por vezes se sentem marginalizados no âmago da sua sociedade, por serem incapazes de se fazer compreender.*

## **AGRADECIMENTOS**

Talvez nunca, na história da humanidade, tantos se empenhem em criar mecanismos para que cada um de nós possa contribuir, na medida das suas capacidades e no conjunto das oportunidades com que se confronta, para afirmar um desígnio comum de afirmação de sociedades mais justas, mais tolerantes e mais inclusivas. Para estes dirijo o meu primeiro agradecimento.

Aos meus professores, colegas e amigos, que me foram encorajando para a prossecução deste projeto, agradeço penhoradamente.

A todos os que de alguma forma contribuíram para a sua materialização, deixo também aqui o meu agradecimento

À Vitória Ferreira Nunes agradeço a paciência que demonstrou em todos os momentos deste percurso.

À minha mulher e ao meu filho, proverbiais padecentes de tantos momentos não partilhados e apoiantes incondicionais nestes anos de entrega, aos meus pais e irmão, à família mais próxima e à mais distante, que me querem tanto bem, muito obrigado.

Ao Professor Doutor José Maurício Dias, meu orientador, que com os seus conselhos e saber a que se juntaram a sua humanidade e disponibilidade, me ajudou neste percurso, muito obrigado.

## RESUMO

### **Criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi**

Os comunicadores são dispositivos que permitem implementar comunicação aumentativa ou alternativa. Têm um custo geralmente elevado, fazendo com que o acesso aos mesmos seja difícil por utentes com poucos recursos económicos.

O objetivo deste estudo consiste na descrição da criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi.

Baseou-se num paradigma qualitativo, em que foi efetuada uma observação direta que permitiu a descrição do processo, e num paradigma quantitativo, em que recorremos a dados resultantes de um inquérito por questionário, assumindo uma tipologia de estudo de caso.

Como resultado desse processo foram descritos recursos tanto de hardware como de software livre necessários para criar um dispositivo com aquelas características e implementadas adequações materiais para que o mesmo disponibilizasse as funcionalidades correspondentes.

Concluimos assim que é possível criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi.

Palavras-chave: Comunicação Aumentativa ou Alternativa, Software Livre, Raspberry Pi, Comunicador, Recursos Digitais.

## **ABSTRACT**

### **Creation of a low-cost device for augmentative or alternative communication with free software and a Raspberry Pi**

Communicators are devices that implement augmentative or alternative communication. They generally have high prices, making access to them difficult for users with few economic resources.

The aim of this study is to describe the creation of a low-cost device for augmentative or alternative communication using free software and a Raspberry Pi.

It was based on a qualitative paradigm, in which a direct observation was made, that allowed the description of the process, and on a quantitative paradigm, in which we resort to data resulting from a questionnaire survey, assuming a case study typology.

As a result of this process, both hardware and free software resources necessary to create a device with those characteristics have been described and material adjustments have been made so that it provides the corresponding functionalities.

We concluded in this way that it is possible to create a low-cost device for augmentative or alternative communication using free software and a Raspberry Pi.

Keywords: Augmentative or Alternative Communication, Free Software, Raspberry Pi, Communicator, Digital Resources.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – 3 dimensões  
A – Ampere  
ARM – Advanced RISC Machine ou, previamente, Acorn RISC Machine  
AV – Audio-Visual  
BBC – British Broadcasting Corporation  
BCPL – Basic Combined Programming Language  
bit – binary digit  
BLE – Bluetooth Low Energy  
BSD – Berkeley Software Distribution  
CAA – Comunicação Aumentativa ou Alternativa  
CISC – Complex Instruction Set Computer  
CPU – Central Processing Unit  
CRTIC – Centro de Recursos TIC para a Educação Especial  
CSI – Camera Serial Interface  
DSI – Display Serial Interface  
FSF – Free Software Foundation  
GB – Gigabyte  
GHz – Gigahertz  
GNU – GNU is Not UNIX  
GPIO – General Purpose Input / Output  
GPL – General Public License  
GPU – Graphics Processing Unit  
HDMI – High-Definition Multimedia Interface  
I2C – Inter-Integrated Circuit  
ISA – Instruction Set Architecture  
IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado  
LCD – Liquid Crystal Display  
LED – Light-Emitting Diode  
LPDDR2 – Low-Power Double Data Rate 2  
mAh – milliampere-hora  
PCS – Picture Communication Symbols  
pdf – Portable Document Format  
PIC – Pictogram Ideogram Communication  
PMIC – Power Management Integrated Circuit  
RAM – Random Access Memory  
RISC – Reduced Instruction Set Computer

RJ45 – Registered Jack type 45  
SD – Secure Digital  
SD/MMC – Secure Digital / Multimedia Card  
SDHC – Secure Digital High Capacity  
SDRAM – Synchronous Dynamic Random-Access Memory  
SDXC – Secure Digital Extended Capacity  
SPC – Símbolos Pictográficos para Comunicação  
SPI – Serial Peripheral Interface  
SSH – Secure Shell  
TFTP – Trivial File Transfer Protocol  
TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação  
TRRS - Tip-Ring-Ring-Sleeve  
USB – Universal Serial Bus  
V – Volt  
VESA – Video Electronics Standards Association  
Wi-Fi – Wireless Fidelity  
WWW – World Wide Web

## ÍNDICE

Introdução.....	1
PARTE I. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
Capítulo I. O Processo de Comunicação.....	4
1. Comunicar de forma convencional.....	5
1.1. Algumas teorias acerca da linguagem.....	7
1.2. Condicionantes da aquisição da linguagem: biologia e meio.....	11
1.2.1. As condições biológicas.....	11
1.2.2. A influência do meio.....	11
Capítulo II. Modalidades de Comunicação não Convencionais.....	14
2. Comunicar de forma diferente.....	15
2.1. Condicionantes da comunicação humana.....	15
2.1.1. Causas das perturbações da linguagem.....	16
2.2. Comunicação alternativa e comunicação aumentativa.....	18
2.2.1. Sistemas de comunicação com ajuda.....	19
2.2.2. Sistemas de comunicação sem ajuda.....	20
2.2.3. Alguns sistemas de comunicação.....	21
2.3. Destinatários de sistemas de comunicação alternativa e aumentativa.....	27
2.4. Vantagens e desvantagens dos sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa.....	28
2.5. Dispositivos para comunicação aumentativa ou alternativa.....	30
2.5.1. Materiais básicos de comunicação.....	30
2.5.2. Comunicadores (digitalizadores de fala).....	35
2.5.3. Aplicações informáticas para a comunicação.....	36
2.5.4. Dispositivos de acesso.....	38
Capítulo III. Software Livre e Dispositivos de Baixo Custo.....	45
3. Comunicar com recursos digitais.....	46
3.1. Software livre versus software comercial.....	48
3.1.1. A Free Software Foundation e a licença GPL.....	49
3.1.2. Software livre.....	50
3.2. O Sistema Operativo Linux.....	51
3.3. Dispositivos de baixo custo.....	53
3.3.1. Alguns fatores a ter em conta.....	53
3.3.2. Os microcomputadores de placa única.....	54
PARTE II. INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA.....	58
Capítulo IV. Metodologia do Projeto.....	59
4. Caracterização metodológica.....	60
4.1. Problemática.....	60
4.2. Foco da investigação.....	62
4.3. Questões de partida.....	62
4.4. Objetivos.....	62

4.4.1. Objetivo geral .....	63
4.4.2. Objetivos específicos.....	63
4.5. Opções e estratégias metodológicas .....	63
4.5.1. Tipo de investigação.....	64
4.5.2. Tipo de estudo.....	65
4.6. Fontes e instrumentos de recolha de dados .....	65
4.6.1. Inquérito por questionário .....	66
4.6.2. Observação direta .....	67
4.7. Procedimentos.....	69
4.8. Técnicas de análise e interpretação dos resultados.....	70
Capítulo V. Resultados do projeto.....	72
5. Apresentação, análise e discussão dos resultados .....	73
5.1. O que seleccionámos .....	73
5.1.1. Configuração do arranque do sistema .....	76
5.1.2. Opções de hardware .....	82
5.1.3. Criação de quadros de comunicação.....	91
5.2. O que observámos .....	95
5.2.1. A escolha da versão do Raspberry Pi.....	95
5.2.2. A escolha da caixa .....	96
5.2.3. A escolha do powerbank .....	103
5.2.4. Escolha da coluna de som sem fios.....	104
5.2.5. A opção pelo interruptor .....	106
5.2.6. Configuração dos quadros de comunicação.....	108
5.3. O que obtivemos .....	119
5.3.1. O hardware.....	119
5.3.2. O software .....	122
5.3.3. Os testes .....	126
5.3.4. O custo dos componentes do comunicador .....	128
5.3.5. Resultados do inquérito por questionário.....	131
Capítulo VI. Conclusões e oportunidades futuras.....	144
Conclusões .....	145
Oportunidades futuras.....	148
Bibliografia.....	150
Apêndices.....	152
Apêndice 1 – Aspeto final do comunicador .....	153
Apêndice 2 – Constituição dos quadros de comunicação .....	155
Apêndice 3 – Inquérito por questionário.....	160
Anexos .....	168
Anexo 1 – Alguns exemplos de microcomputadores de placa única .....	169
Anexo 2 – Modelos de Raspberry Pi comercializados até ao momento e respetivas características técnicas.....	173

Anexo 3 – Algumas representações das peças da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen. ....	176
Anexo 4 - Algumas representações das peças da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable.....	178
Anexo 5 – esquema de portas GPIO.....	179
Anexo 6 - Configuração do interruptor baseado em botão de pressão.....	180

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Peça traseira da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen .....	176
Figura 2 - Peça dianteira da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen .....	176
Figura 3 - Peça superior esquerda da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen .....	177
Figura 4 - Peça superior direita da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen .....	177
Figura 5 - Peça traseira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable	178
Figura 6 - Peça traseira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable	178
Figura 7 - Fixadores da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable.....	178

## ÍNDICE DE IMAGENS

Imagem 1 - Relógio de comunicação .....	31
Imagem 2 - Calendário de comunicação .....	31
Imagem 3 - Exemplo de álbum de comunicação.....	32
Imagem 4 - Comunicador de um botão BIGmack Ablenet.....	33
Imagem 5 - Comunicadores de dois e quatro botões com referencial de símbolo .....	34
Imagem 6 - Comunicador de dois botões com símbolos específicos .....	34
Imagem 7 - Exemplos de comunicadores (digitalizadores de fala) .....	35
Imagem 8 - Exemplo de manípulo de pressão .....	38
Imagem 9 - Exemplo de joystick.....	40
Imagem 10 - Teclados virtuais em Windows, Mac OS e Linux Mint .....	41
Imagem 11 - Exemplo de ponteiro de cabeça ( <i>head mouse</i> ).....	42
Imagem 12 - Exemplo de sistema de deteção do movimento das pupilas para ativação de sistemas de CAA .....	43
Imagem 13 - Ken Thompson e Dennis Ritchie num computador PDP-11, em 1972, usando UNIX .....	48
Imagem 14 - Exemplo de um microcomputador de placa única - O Raspberry Pi Zero .....	54
Imagem 15 - Microcomputador Arduino.....	55
Imagem 16 - Microcomputador Micro Bit .....	56
Imagem 17 - Referência gráfica para descarregamento da imagem Raspberry Pi OS (32-bit) com desktop .....	76
Imagem 18 - Interface da aplicação Raspberry Pi Imager.....	77
Imagem 19 - Captura de ecrã da fase inicial de configuração do Raspberry Pi OS.....	78
Imagem 20 - Definição de password de sistema.....	79
Imagem 21 - Configuração do preenchimento do ecrã .....	79
Imagem 22 - Informação que precede a atualização automática do sistema.....	80
Imagem 23 - Atualização automática do sistema.....	80
Imagem 24 - Confirmação da atualização do sistema.....	81
Imagem 25 - Reinício do sistema para implementação das alterações e atualizações.....	81
Imagem 26 - Ecrã do sistema com interface em português .....	81
Imagem 27 - Raspberry Pi 3 Modelo B+ .....	82
Imagem 28 - SoC do Raspberry Pi 3 Modelo B+.....	83
Imagem 29 - Componente de memória RAM do do Raspberry Pi 3 Modelo B+.....	83
Imagem 30 - Componente de rádio do Raspberry Pi 3 Modelo B+ .....	83
Imagem 31 - Controlador de rede e portas USB .....	84
Imagem 32 - Gestor de energia (PMIC).....	84
Imagem 33 - Conjunto de portas USB.....	84
Imagem 34 - Porta ethernet .....	85
Imagem 35 - Tomada AV de 3,5mm.....	85
Imagem 36 - Conector CSI e câmara de vídeo com cabo .....	85
Imagem 37 - Porta micro USB.....	86
Imagem 38 - Conector DSI.....	86
Imagem 39 - Interface GPIO .....	86
Imagem 40 - Leitor de cartões SD/MMC.....	87
Imagem 41 - Powerbank SBS de 4000 mAh.....	90
Imagem 42 - Interruptor USB.....	91
Imagem 43 - Sítio da aplicação Web Cboard.....	92
Imagem 44 - Sítio da aplicação Web Picto4me .....	93
Imagem 45 - Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen.....	96
Imagem 46 - Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable .....	97
Imagem 47 - Stand para ecrã de 5 polegadas.....	97
Imagem 48 - Qualidade de impressão da primeira caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen .....	98
Imagem 49 - Espaço reservado à fonte de energia .....	98

Imagem 50 - Parte traseira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable .....	99
Imagem 51 - Parte dianteira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable .....	99
Imagem 52 - Teste com powerbank com espessura reduzida (e menor capacidade).....	101
Imagem 53 - Teste com powerbank com espessura aumentada (e maior capacidade) .....	101
Imagem 54 - Pedido de alterações à estrutura da caixa.....	102
Imagem 55 - Detalhe da qualidade de impressão da nova caixa.....	103
Imagem 56 - Powerbank SBS Pocketline de 4000 mAh.....	104
Imagem 57 - Coluna sem fios JBL Go .....	105
Imagem 58 - Coluna de duche sem fios BTS-06.....	105
Imagem 59 - Testes com o interruptor baseado num botão de pressão.....	107
Imagem 60 - Interrptor de passagem com polo único .....	107
Imagem 61 - Quadro inicial após registo no sítio Picto4me .....	109
Imagem 62 - Atribuição de nome significativo ao projeto .....	109
Imagem 63 - Edição de nome de quadro .....	110
Imagem 64 - Estrutura do quadro de atribuição de nome e definição da matriz de células e respetivo tamanho.....	110
Imagem 65 - Alteração do nome do quadro e matriz de células .....	110
Imagem 66 - Quadro com alterações de nome e matriz de células.....	111
Imagem 67 - Opções do botão "Arquivo" .....	111
Imagem 68 - Configuração das propriedades do projeto.....	112
Imagem 69 - Formataores globais de texto das células .....	113
Imagem 70 - Formatação da moldura e mancha das imagens ou símbolos.....	113
Imagem 71 - Opções de bibliotecas de imagens, símbolos pictográficos e frases do utilizador .....	114
Imagem 72 - Funcionalidades da opção "Imagens" .....	114
Imagem 73 - Bibliotecas de imagens e símbolos pictográficos disponibilizadas pelo Picto4me .....	114
Imagem 74 - Edição de conteúdos digitais .....	115
Imagem 75 - Partilha de projeto.....	115
Imagem 76 - Opções de partilha de projeto.....	116
Imagem 77 - Acesso ao reprodutor, ou "player".....	116
Imagem 78 - Criação de QRCode para acesso ao projeto na modalidade de reprodução..	117
Imagem 79 - QRCode do projeto.....	117
Imagem 80 - Acesso ao Telegram e ao perfil do editor .....	117
Imagem 81 - Janela de edição de célula .....	118
Imagem 82 - Fixação do ecrã à moldura .....	119
Imagem 83 - Fixação do Raspberry Pi à parte traseira da caixa.....	120
Imagem 84 - Ligações de energia no Raspberry Pi.....	120
Imagem 85 - Ligações de energia na placa controladora do ecrã .....	120
Imagem 86 - Esquema de alimentação do comunicador.....	121
Imagem 87 - Detalhe da união com fita adesiva entre as duas partes principais da caixa..	121
Imagem 88 - Comunicador com carregador acoplado por cabo "macho-fêmea" .....	122
Imagem 89 - Aspeto final do comunicador.....	153
Imagem 90 - Topo do comunicador, sem as peças superiores .....	153
Imagem 91 - Partes laterais esquerda e direita.....	154
Imagem 92 - Parte inferior .....	154
Imagem 93 - Parte traseira .....	154
Imagem 94 - Esquema de portas GPIO do Raspberry Pi.....	179

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Etiologia dos distúrbios da linguagem oral e escrita, segundo Schrimmer, Fontoura e Nunes (2004, p. 98) .....	17
Tabela 3 - Software livre e comercial para CAA.....	37
Tabela 4 - Desvantagens da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable .....	100
Tabela 5 - Custo dos componentes do comunicador.....	129

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Caracterização da atividade profissional dos participantes no questionário.....	132
Gráfico 2 - Caracterização do tempo de desempenho de atividade profissional, por escalão .....	133
Gráfico 3 - Caracterização do tempo de serviço enquanto detentor de especialização, por escalão .....	134
Gráfico 4 - Grau de conhecimento de sistemas de implementação de comunicação aumentativa ou alternativa .....	135
Gráfico 5 - Utilização de sistemas de CAA no âmbito da atividade profissional .....	136
Gráfico 6 - Necessidade de utilização de sistemas de CAA no âmbito da atividade profissional por quem não recorreu aos mesmos .....	136
Gráfico 7 - Detenção de formação para uso de sistemas de CAA no âmbito da atividade profissional.....	137
Gráfico 8 - Conhecimento de aplicações para geração de atividades de comunicação .....	138
Gráfico 9 - Valorização de algumas características dos comunicadores .....	140
Gráfico 10 - Adequação da utilização do comunicador por crianças .....	141
Gráfico 11 - Adequação da utilização do comunicador por adultos .....	141
Gráfico 12 - Adequação da utilização do comunicador por utentes em idade escolar .....	142
Gráfico 13 - Adequação da utilização do comunicador por utentes que adquiram necessidade de recorrer a comunicadores em qualquer momento .....	142

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Desenvolvimento da linguagem, segundo Schrimmer, Fountoura e Nunes (2004, p. 96) .....	7
Quadro 2 - Categorias de sistemas de comunicação com ajuda, segundo Ferreira, Ponte, & Azevedo (1999).....	20
Quadro 3 - Exemplo de uma frase elaborada com recursos a Símbolos Bliss.....	22
Quadro 4 - Vantagens e desvantagens do Sistema Bliss (Pereira, 2020) .....	23
Quadro 5 - Exemplo de símbolos PIC, segundo Gericota (1995).....	24
Quadro 6 - Exemplo de uma frase construída com símbolos SPC .....	25
Quadro 7 - Exemplo de uma frase criada com símbolos ARASAAC .....	26
Quadro 8 - Características do microcomputador consideradas relevantes para a implementação do comunicador .....	73
Quadro 9 - Características do microcomputador Raspberry Pi modelo 3B+ consideradas relevantes para implementação do comunicador .....	75
Quadro 10 - Captura de ecrã da país, a língua e a zona temporal .....	78
Quadro 11 - Configurações da ligação de rede.....	80
Quadro 12 - Funcionalidades do Raspberry Pi 3 Modelo B+ utilizadas no âmbito do comunicador .....	87
Quadro 13 - Algumas funcionalidades da aplicação Web Picto4me.....	94
Quadro 14 - Esquema dos quadros de comunicação.....	125
Quadro 15 - Quadro de comunicação inicial .....	125
Quadro 16 - Exemplos de comunicadores .....	130
Quadro 17 - Quadro inicial .....	155
Quadro 18 - Quem sou .....	155
Quadro 19 - Pessoas .....	156
Quadro 20 - Vestuário.....	156
Quadro 21 - Conversar .....	157
Quadro 22 - Locais .....	157
Quadro 23 - No café.....	158
Quadro 24 - Lazer.....	158
Quadro 25 - Na escola.....	159

## Introdução

As barreiras à comunicação constituem um fator significativo de exclusão de participação na vida em sociedade.

Para os seus detentores, comunicar de forma diferente ou com menor eficácia resulta numa perda de direitos de participação, de expressão e de autonomia. Para quem participa no ato comunicacional, na dificuldade de perceção e frequentemente na assunção de que cabe ao interlocutor a responsabilidade da ultrapassagem das dificuldades.

Na transição para os processos formais de escolarização, as dificuldades de comunicação podem constituir uma barreira para quem adquire perícias de mobilização de ferramentas relacionadas com esse processo.

Em simultâneo, para os professores ou educadores, a incapacidade de discernir de forma útil a intencionalidade ou o conteúdo do momento comunicacional pode resultar numa menor eficácia da sua atividade pedagógica.

O acesso a dispositivos que podem contribuir para que seja bem-sucedido quem pretende ultrapassar estas dificuldades é ainda presentemente dificultado pelo seu custo.

Fruto do nicho de mercado a que estes produtos se destinam, as empresas que os concebem permitem-se comercializá-los a preços que, se bem que em parte reflitam custos de desenvolvimento, também são fixados a pensar nas entidades financiadoras, geralmente estatais no caso português, que os podem comprar e atribuir aos utilizadores, sabendo desde logo que existe capacidade financeira para suportar essa aquisição.

Frequentemente estes produtos, quando chegam às mãos de quem deles necessita já foram objeto de um longo processo burocrático, que retirou tempo de utilização ao seu destinatário, precioso para quem diariamente pode beneficiar do seu uso.

Reduzir o preço dos produtos destinados a melhorar a comunicação pode contribuir para que estes cheguem mais rapidamente aos seus utilizadores, visto serem financeiramente mais acessíveis tanto às famílias como a quaisquer outros adquirentes.

Esta dissertação foca-se na tentativa de atenuação de necessidades de comunicação por cidadãos que estão limitados no que diz respeito à mobilização de instrumentos de comunicação convencionais e da possibilidade de desenvolver soluções de baixo custo que lhes permitam uma maior funcionalidade nessa dimensão.

Intitula-se “Criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi”.

A primeira parte diz respeito à fundamentação teórica.

No primeiro capítulo abordamos a temática da comunicação e do seu contributo para as características distintivas da espécie humana, sublinhando que as condicionantes da aquisição da linguagem, nas aceções biológica e da influência do meio, são relevantes para uma maior ou menor proficiência na sua utilização.

No segundo capítulo focamo-nos sobre modalidades de comunicação não convencional, dando ênfase à constatação de que comunicar de forma diferente é por vezes o único modo pelo qual nos podemos expressar ou fazer entender.

No capítulo seguinte referimos que a comunicação com recursos digitais pode socorrer-se de ferramentas gratuitas e utilizar dispositivos de baixo custo, contribuindo para uma mais generalizada apropriação destas práticas.

A segunda parte diz respeito à investigação empírica.

O quarto capítulo descreve a metodologia do nosso projeto, nomeadamente a problemática, o foco da investigação, as questões de partida, os objetivos, as opções e estratégias metodológicas, as fontes e instrumentos de recolha de dados, os procedimentos e as técnicas de análise e interpretação dos resultados.

O quinto capítulo centra-se na apresentação, análise e discussão dos resultados.

O capítulo seguinte apresenta as conclusões e oportunidades futuras.

Existem ainda apêndices que contêm descrições detalhadas de processos que desenvolvemos e anexos que englobam informação pertinente recolhida de outras fontes.

**PARTE I.  
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

**Capítulo I.**  
**O Processo de Comunicação**

## Introdução

No presente capítulo abordaremos a temática da comunicação e do seu contributo para as características distintivas da espécie humana. Referiremos que o ato de comunicar está presente desde o nascimento e vai assumindo graus de complexidade cada vez maiores, num padrão relativamente estável e universal.

Descreveremos algumas teorias acerca da linguagem e dos seus atributos comuns, ilustrando de que forma diversas correntes de investigação se debruçaram sobre a mesma e a caracterizaram.

As condicionantes da aquisição da linguagem, nas aceções biológica e da influência do meio são também referidas, sendo assinalada a sua relevância para uma maior ou menor proficiência na sua utilização.

### **1. Comunicar de forma convencional**

Comunicar constitui uma das necessidades do ser humano.

A comunicação, quando efetuada de modo convencional, implica transmitir e receber mensagens através de métodos e processos mobilizados através da linguagem falada e escrita, de signos e símbolos, de elementos sonoros ou visuais e de gestos ou posturas corporais genericamente adotados por uma comunidade.

A comunicação humana recorre a diversos canais para tornar eficaz este processo, recorrendo a modalidades de comunicação verbal e não verbal.

A modalidade verbal utiliza o discurso oral ou escrito, o qual é construído por palavras ou, na sua forma mais complexa, por frases. Já a modalidade não verbal agrega as vertentes de entoação, ritmo e pausas, que enriquecem a comunicação verbal e propiciam significados mais ricos àquele processo.

Tanto nas vertentes filogénica como ontogénica do desenvolvimento humano, a comunicação não verbal antecede a comunicação verbal.

Do ponto de vista filogénico, a nossa espécie foi exteriorizando os seus desejos e necessidades, assim como a transmissão de informações ou ideias a partir de vocalizações e gestos simples, estabelecendo progressivamente formas mais complexas de interação comunicacional que resultaram no aparecimento das línguas enquanto fator agregador de determinados núcleos ou regiões geograficamente distintas.

Se bem que comunicar não seja um ato exclusivo da espécie humana, a complexidade crescente das produções nele envolvidas, assim como a construção de instrumentos cada vez mais elaborados que contribuem para a sua disseminação, velocidade e registo, conferem-nos características distintas das restantes espécies.

Quando abordamos a comunicação do ponto de vista ontogénico, verificamos que, desde o nascimento, a propensão para interagir com o mundo que rodeia o bebé se manifesta de forma crescente e cada vez mais complexa e orientada para a integração no meio.

Após sensivelmente o primeiro ano de vida, este começa a utilizar e a responder a signos verbais com outros de forma consequente, dando continuidade à perceção de padrões visuais, tácteis e auditivos de que já se apercebia anteriormente.

Os contactos oculares e os sorrisos passam a ser acompanhados de vocalizações que permitem identificar inequivocamente a perceção dos conteúdos comunicacionais que quem interage com o bebé pretende transmitir.

Poder-se-á afirmar que o ato comunicativo, se bem que mais elaborado a partir da aquisição da produção fonológica mais abstrata, já se manifesta em períodos anteriores e constitui um fator significativo para o seu desenvolvimento neurocognitivo (Bouton, 1977).

As crianças iniciam o seu processo comunicacional verbal através da mobilização do grito, o qual é útil para a aprendizagem da coordenação da respiração em função da sua duração e intensidade.

Em termos fisiológicos, o grito precede as tentativas de linguagem articulada, uma vez que serve de treino para a coordenação sensoriomotora que esta implica.

Os encorajamentos de que se apercebe provindo do meio, geralmente a partir do núcleo familiar que com ela interage de forma continuada, ativam esta forma rudimentar de comunicação, através momentos de estímulo-resposta.

Existem momentos específicos de comunicação entre a criança e o adulto, de que são exemplo as trocas efetuadas com quem a nutre. A emissão de ruídos de sucção em momento anterior parece indicar a existência de um processo comunicativo, que é reforçado quando é obtida a satisfação da necessidade. A lalação ou balbucio, próprios de um momento em que já existe um maior controlo da respiração e dos movimentos da boca, são outros exemplos.

No auge deste período, a criança tem capacidade de produzir uma elevada gama de sons, a qual parece ser puramente aleatória.

No entanto, de forma gradual o leque destes ruídos vai sendo reduzido, consoante a sua emissão se vai tornando mais intencional.

Esta transição indica que a produção sonora já não se faz puramente pelo prazer auditivo ou de mobilização do sistema fonatório, mas é resultado de uma tentativa de imitação dos sons que a rodeiam.

Muitos sons similares aos emitidos por adultos que até aí eram reproduzidos ao acaso desaparecem, para se tornarem evidentes apenas algumas emissões vocálicas e consonâncias básicas.

No quadro seguinte pode ser encontrada uma descrição de períodos específicos durante o processo de desenvolvimento da linguagem.

Recetivo	Idade	Expressivo
Assusta-se. Aquieta -se ao som de voz.	0-6 semanas	Choros diferenciados e sons primitivos. Aparecem os sons vogais (V).
Vira-se para a fonte de voz, Observa com atenção objetos e fatos do ambiente.	3 meses	Primeiras consoantes (C) ouvidas são p/b e k/g. Inicia balbucio.
Responde com tons emotivos à voz materna.	6 meses	Balbucio (sequências de CVCV sem mudar a consoante). Ex.: "dudadá".
Entende pedidos simples com dicas através de gestos. Entende "não" e "tchau".	9 meses	Imita sons. Jargão. Balbucio não-reduplicativo (sequência CVC ou VCV).
Entende muitas palavras familiares e ordens simples associadas a gestos. Ex.: "vem com o papai".	12 meses	Começa a dizer as primeiras palavras, como "mamã", "papá" ou "dadá".
Conhece algumas partes do corpo. Acha objetos a pedido. Brincadeira simbólica com miniaturas.	18 meses	Poderá ter de 30 a 40 palavras ("mamã", "bebê", "miau". "pé", "ão-ao", "upa"). Começa a combinar duas palavras ("dá papá").
Segue instruções envolvendo dois conceitos verbais (os quais são substantivos), Ex. "coloque o copo na caixa".	24 meses	Tem um vocabulário de cerca de 150 palavras. Usa combinação de duas ou três.
Entende primeiros verbos. Entende instruções envolvendo até três conceitos. Ex. "coloque a boneca grande na cadeira".	30 meses	Usa habitualmente linguagem telegráfica ("bebê", "papá pão", "mamã vai papá").
Conhece diversas cores. Reconhece plurais, pronomes que diferenciam os sexos, adjetivos.	36 meses	Inicia o uso de artigos, plurais, preposições e verbos auxiliares.
Começa a aprender conceitos abstratos (duro, mole, liso). Linguagem usada para raciocínio. Entende "se", "por que", "quanto". Compreende 1.500 a 2.000 palavras.	48 meses	Formula frases corretas, faz perguntas, usa a negação, fala de acontecimentos no passado ou antecipa outros no futuro.

**Quadro 1** - Desenvolvimento da linguagem, segundo Schrimmer, Fountoura e Nunes (2004, p. 96)

No final desta sequência considera-se que estão incorporados mecanismos que permitem efetuar o processo de mobilização da linguagem de uma forma elaborada.

## 1.1. Algumas teorias acerca da linguagem

Segundo a *American Speech-Language-Hearing Association*, citada por Sim-Sim (1998, pp. 22-23), a linguagem é "um sistema complexo e dinâmico de símbolos convencionados, usado em modalidades diversas para [o homem] comunicar e pensar". Para esta autora,

"por sistema complexo entende-se a arquitectura composta por um número finito de unidades discretas [...] e por regras e princípios que governam a combinação e ordenação dessas unidades, permitindo a criação de estruturas mais alargadas, e simultaneamente distintas das unidades que as integram [...]. Os símbolos dizem-se convencionados porque são representações do real, partilhadas por um determinado grupo social num contexto específico. Quanto às modalidades, elas contemplam as vertentes oral e escrita do sistema" (Sim-Sim, 1998, p. 23).

A linguagem permite aos seres humanos comunicar através de diversos meios e usando múltiplos instrumentos. Quando se comunica, coloca-se em comum algo para o qual os intervenientes no ato comunicativo têm de possuir os conhecimentos e as ferramentas

necessárias para se compreenderem mutuamente. É pela posse desses conhecimentos comuns que podemos afirmar que determinados indivíduos pertencem à mesma comunidade linguística.

Neste contexto, a língua refere-se ao conjunto de características específicas que a linguagem assume em cada comunidade linguística.

A existência de linguagem nas variadíssimas comunidades linguísticas espalhadas pelo mundo denota outra característica da comunicação verbal: o facto de esta universalmente utilizada. De facto, onde quer que encontremos presença humana no globo terrestre, encontramos linguagem, fazendo com que os sistemas linguísticos façam parte da especificidade dessa condição.

Para Sim-Sim (1998, p. 23), as línguas apresentam traços universais:

- Complexidade, com capacidade de exprimir qualquer ideia;
- Mutabilidade, evoluindo e transformando-se ao longo dos tempos;
- Compostas por unidades discretas;
- Reguladas por regras;
- Passíveis de expressar o passado, presente e futuro, assim como a negação, a interrogação e a formulação de ordens;
- Detentoras de arbitrariedade entre as cadeias de sons e os significados respetivos.

A complexidade inerente à temática da linguagem aconselha que enunciemos, de forma breve, algumas abordagens que a esta foram sendo feitas por diversos especialistas e correntes científicas.

Aimard (1986) referiu alguns autores que escolheram a linguagem como polo da sua atenção.

Entre estes, Chomski é referido como um catalisador da evolução das ciências da linguagem. Na sua obra surgem três temáticas:

- Competência / desempenho – cada indivíduo tem um conhecimento pessoal da sua língua, que pode ser traduzido por competência linguística, sendo o desempenho a utilização que faz dessa competência, ou seja, desse sistema acumulado de informação linguística;
- Estruturas inatas – Chomski considera existir um dispositivo inato da linguagem inscrito no potencial genético de cada um de nós, que estimulado pelo ambiente, faz emergir estruturas preformadas, não se podendo falar exatamente em aprendizagem;
- Criatividade – é aqui abordada a questão da utilização por parte de indivíduos de uma sucessão de ensaios, êxitos e erros (experiências) que lhes permitem progredir na utilização da linguagem.

Sob o ponto de vista neurofisiológico, é de realçar o facto de a receção e a produção da linguagem passarem por um suporte anatomofisiológico, estando a sua aquisição ligada à maturação e à plasticidade do sistema nervoso central. Esta maturação tem continuidade nos meses e anos subsequentes ao nascimento, estando relacionada com a maior ou menor celeridade com que se efetua a mielinização de determinadas fibras nervosas.

Já no que diz respeito à plasticidade, importa referir a capacidade do cérebro para, em caso de necessidade, recorrer a certos territórios que não estariam à partida destinados a funções relacionadas com a linguagem, para assumirem essas funções, em consequência de eventuais lesões sofridas.

Do ponto de vista psicanalítico, parece poder afirmar-se que a psicanálise e a linguística viveram quase sempre de costas voltadas, pelo que não existem propriamente teorias psicanalíticas da linguagem.

Há, no entanto, temas que neste campo se podem relacionar com a linguagem: é o caso da linguagem-prazer (ambiente de jogo, prazer oral...), da linguagem enquanto manifestação exterior, veículo de significações ou de transações (objeto de troca), ou da linguagem e ilusão (a linguagem é um prolongamento de si e do outro, uma forma de proteção ou de manipular situações. A palavra é um objeto transacional; o ausente torna-se presente...).

Para Piaget, a linguagem sucede logicamente às aquisições que a criança faz sobre o plano sensório-motor. Para este, a linguagem é uma manifestação da função simbólica, limitando-se a aquisição à manifestação da função de representação. Estabelece-se uma relação entre a aquisição da linguagem e os processos cognitivos, dependendo aquela destes.

Vygotski complementou algumas destas ideias, considerando a linguagem como sendo, de início, um meio de comunicação, sendo interiorizada em consequência de um período de evolução.

A sua aquisição é condicionada pela complexidade linguística e pelas ligações que se estabelecem entre estruturas cognitivas e linguísticas. A diferença primordial entre Piaget ou Vygotski e Chomsky é que para este tudo é inato, enquanto para aqueles são processos adquiridos no período sensório-motor. Quando começa a adquirir a linguagem, a criança já dispõe de instrumentos cognitivos que lhe vão permitir o tratamento da informação fornecida pelo ambiente.

Do ponto de vista behaviorista, estudar a linguagem é o mesmo que estudar os hábitos verbais segundo um esquema estímulo-resposta. A linguagem foi reduzida por Skinner a um comportamento ou ao seu resultado, encarando o comportamento como uma soma de respostas a acontecimentos ou a estímulos.

Encarada sob o ponto de vista da comunicologia, a linguagem tem como vocação essencial uma função de comunicação, não podendo dissociar a sua função verbal de outras formas de comunicação.

Isto quer dizer que, por exemplo, não se pode tirar nenhuma informação das produções verbais das crianças se as isolarmos do contexto, já que a troca de mensagens entre parceiros significa interação.

Alguns modelos são propostos para uma abordagem sob este ponto de vista: o modelo semântico (os interlocutores devem partilhar uma convenção semântica, dando o mesmo sentido aos sinais que empregam), o modelo cibernético (o emissor codifica e emite a mensagem – output, e o destinatário recebe-o e descodifica-o – input) e o modelo pragmático (desde o seu nascimento o bebé humano está interligado aos processos de aquisição das regras da comunicação em geral e, depois, das regras da comunicação verbal).

Finalmente, Aimard (1986) remete-nos para os pontos de vista dos investigadores soviéticos, segundo os quais as capacidades linguísticas resultam da interação complexa entre os processos de comunicação dos adultos e das crianças, e os sistemas funcionais específicos que se vão formando no seu psiquismo. Isto significaria que o que se desenvolve na criança não é a linguagem em si nem são os métodos para fazer funcionar as regras, mas sim a interação entre os recursos do sistema linguístico e a maneira como eles funcionam.

Diversas são as concepções acerca do momento em que as crianças iniciam o processo específico da aquisição da linguagem. A primeira vocalização, a primeira demonstração de um ato por referência ao vocábulo produzido ou o primeiro indício de compreensão dos enunciados ouvidos encontram-se entre estas (Richelle, 1976).

Este autor refere que nos estudos efetuados por Weir (1962) com crianças de diferentes meios linguísticos, parece poder afirmar-se que a partir dos seis meses de idade a atividade vocal das crianças é influenciada pela língua da sua comunidade e que entre os nove e os dezoito meses, apesar de ainda não perfeita, a diferenciação dos fonemas específicos da língua é progressiva e rápida. Por volta dos cinco anos, a criança começa a dominar no seu conjunto o sistema fonético em que se encontra integrada.

Assim, com o constante recurso à produção linguística, o sistema fonológico vai sendo estruturado, incluindo-se as características particulares dos usos fonético próprios do sistema cultural linguístico em que a criança se insere.

Caso singular, mas cada vez mais recorrente, tem a ver com o domínio de duas ou mais línguas simultaneamente pela criança, fruto do seu crescimento num ambiente cultural multilinguístico, em que a língua nativa de um ou mais elementos da família diverge daquela em que se encontra socialmente integrado, propiciado, por exemplo, pelas migrações.

Também aqui o processo se desenrola sensivelmente segundo as mesmas etapas, podendo a aquisição linguística inicial decorrer apenas numa aceção, a qual posteriormente

é enriquecida com outra quando a criança começa a frequentar outros núcleos sociais para além do ambiente familiar.

## 1.2. Condicionantes da aquisição da linguagem: biologia e meio

A aquisição da linguagem consiste no “*processo de apropriação subconsciente de um sistema linguístico, via exposição, sem que para tal seja necessário um mecanismo formal de ensino*” (Sim-Sim, 1998, p. 28, citando Sim-Sim, 1995, p. 200)

Abordar a aquisição da linguagem implica referir de que forma é feita, por parte da criança, essa aquisição e, por outro lado, refletir sobre os fatores que exercem influência no modo como se processa essa aquisição.

### 1.2.1. As condições biológicas

O Homem parece à nascença estar geneticamente preparado para a aprendizagem da linguagem. Esta predeterminação tem a ver essencialmente com o sistema nervoso central, que permite a cognição, e com os sistemas sensoriomotores, nomeadamente o fonador e o auditivo. “*O desenvolvimento é, portanto, a resultante da programação genética da espécie que determina a maturação do indivíduo em condições propícias do meio*” (Sim-Sim, 1998, p. 28).

É por isso que, de forma quase independentemente das condições ambientais prevaletentes no meio em que se nasce, o Homem se permite dominar complexos sistemas de comunicação.

O domínio destes sistemas processa-se por etapas, as quais, de uma forma geral, apresentam no seu desenvolvimento uma elevada regularidade e coincidência cronológica.

A importância dos fatores biológicos é realçada pelo facto de as crianças não começarem a falar logo após o seu nascimento, embora fiquem desde logo expostas a um ambiente linguístico: “*o desenvolvimento da linguagem efetua-se ao longo de uma sucessão de etapas em que se atualizam inequivocamente potenciais orgânicos em constante crescimento*” (Richelle, 1976, p. 61).

### 1.2.2. A influência do meio

Outro fator que está intimamente ligado aos processos de aquisição da linguagem é o ambiente social em que a criança se vai desenvolver, uma vez que este parece funcionar como um ativador externo dos dispositivos que vão ser utilizados nesse processo. “*The ability*

*to communicate effectively involves a complex cognitive assessment of the communicative task, the interactants, and the social setting*" (Haslett & Samter, 1997, p. 131).

No essencial, o meio fornece o input linguístico e a criança analisa-o, extrai regularidades, descobre regras e faz generalizações. Verifica-se um constante processo de verificação das suas produções, em comparação com as informações linguísticas que vão chegando do meio, originando assim uma estabilização linguística. Refere Richelle que

*"há toda a razão para pensar que os meios mais decisivos do meio ambiente não são aqueles que se limitam a falar à volta da criança, mas sim aqueles que [...] não só lhe falam mas desempenham um papel capital no seu universo ao assegurarem a satisfação das suas necessidades. A mãe (ou o seu substituto) ocupa, sem dúvida, a este respeito, um lugar privilegiado"* (1976, p. 108).

As crianças adquirem os modelos de linguagem do meio em que se inserem, pelo que a qualidade da sua linguagem depende daquilo que ouvem, da forma com interagem com os outros e das características gerais do ambiente onde vivem. Lozano e Mendiburu referem que

*"Un factor de indudable importancia en la evolución de la capacidad lingüística es el lenguaje del entorno social. La experiencia proporcionada por el uso que los demás hacen del lenguaje en sus interacciones y, especialmente, al comunicarse con el propio sujeto, es su principal fuente de información sobre el lenguaje mismo [...], sobre la cultura [...] y sobre el papel del lenguaje en la cultura"* (1990, p. 182).

Isto significa que o facto de uma criança apresentar um desempenho linguístico inferior ou superior a outra, pelo facto de se terem desenvolvido em meios diferentes, não significa que aquela que apresenta menor 'qualidade' esteja menos desenvolvida do ponto de vista estrutural, mas sim que faz menos uso de certas estruturas linguísticas.

Por outras palavras, para comunicar, as crianças acabam por utilizar uma linguagem de acordo com as exigências do seu meio, pelo que se torna injusto fazer qualquer espécie de comparação.

O que há a ter em conta são as implicações pedagógicas que tais situações acabam por criar, levando a que se devam acautelar essas diferenças quando a criança se insere em ambiente escolar. De facto, este pode funcionar como elemento atenuador das diferenças linguísticas e propiciador de novas aquisições, complementados aquelas que vão sendo efetuadas nos diversos meios a que a criança vai ficando exposta, de que são exemplos a família, os amigos e os media.

## Resumo

No presente capítulo refletimos acerca da temática da comunicação e do seu contributo para as características distintivas nossa espécie. Verificámos que o ato de

comunicar está presente desde o nascimento e vai assumindo graus de complexidade cada vez maiores, num percurso relativamente estável e universal.

Abordamos algumas teorias acerca da linguagem e dos seus atributos comuns, ilustrando de que forma diversas correntes de investigação se debruçaram sobre a mesma e a caracterizaram.

As condicionantes da aquisição da linguagem, nas aceções biológica e da influência do meio foram referidas, sendo descrita a sua importância para uma maior ou menor competência na sua utilização.

No capítulo seguinte focar-nos-emos nas modalidades de comunicação não convencionais, descrevendo causas das perturbações da linguagem e os conceitos de comunicação alternativa e aumentativa, descrevendo alguns sistemas de comunicação com e sem ajuda.

Referiremos ainda alguns sistemas e dispositivos de comunicação que são usados quando é necessário promover a comunicação alternativa e aumentativa.

## **Capítulo II.**

### **Modalidades de Comunicação não Convencionais**

## Introdução

Comunicar de forma diferente é por vezes o único modo pelo qual nos podemos expressar ou fazer entender.

Existem condicionantes que podem ter origem em causas psicológicas, orgânicas ou funcionais, as quais podem ser mitigadas caso se recorra a comunicação aumentativa ou alternativa. Neste capítulo abordaremos esta temática, referindo o que se entende por estas últimas e referiremos sistemas de comunicação que podem funcionar com ou sem ajuda.

Ilustraremos alguns destes sistemas, os seus destinatários e as vantagens da sua utilização para implementar a comunicação aumentativa ou alternativa, assim como dispositivos que podem contribuir para uma mais eficaz implementação das mesmas.

## 2. Comunicar de forma diferente

Até aqui considerámos a criança como detentora e mobilizadora da plenitude dos órgãos dos sentidos e do sistema neurocognitivo, o quais contribuem decisivamente para a mobilização deste processo.

Temos consciência, no entanto, que por vezes esta não pode mobilizar esses órgãos ou sistema na sua plenitude, fruto de limitações ou barreiras que são impostas pelo seu desenvolvimento gestacional, de acontecimentos que se desenrolam no momento do parto, de acidentes ou de alterações provocadas por doenças ou mecanismos agressores externos, entre outros.

De seguida abordaremos algumas condicionantes da comunicação humana, as quais podem advir desta incapacidade de mobilização, e de que forma afetam o ser humano no processo comunicacional.

### 2.1. Condicionantes da comunicação humana

Conforme referimos anteriormente, o desenvolvimento da linguagem processa-se em várias etapas, as quais vão sendo ultrapassadas com menor ou maior dificuldade pela criança. Se bem que para uma maioria significativa estes processos decorram de forma relativamente uniforme, é possível verificar que em algumas existem dificuldades que se vão tornando mais evidentes conforme o que é espectável numa determinada faixa etária não corresponde ao que é mobilizado. Bouton (1977, p. 287) refere que “[...] *“o desenvolvimento da linguagem não se processa segundo um ritmo idêntico de indivíduo para indivíduo. O que por vezes pode ser considerado como um simples atraso em certos casos, é noutros precursor de perturbações mais graves”*. Defende ainda que as perturbações da linguagem não surgem

desligadas de outras condicionantes que o indivíduo possui, uma vez que estão sempre relacionadas com outros fatores de ordem psíquica ou orgânica. Deste modo, quando a atividade da linguagem se encontra alterada, afirmamos que estamos perante um fenómeno de perturbação da linguagem.

### **2.1.1. Causas das perturbações da linguagem**

Tal qual acontece para quaisquer outras vertentes do desenvolvimento da criança, a interação com o meio e os fatores de estimulação que nele têm origem são essenciais para a aquisição da linguagem. Para além destes, a posse de uma perceção auditiva sem constrangimentos, um adequado desenvolvimento muscular das estruturas que contribuem para a produção fonatória e ainda a detenção de maturidade intelectual e psicológica que impulsiona a necessidade e o desejo de comunicar com os outros são também muito relevantes.

As causas das perturbações da linguagem podem ter múltiplas origens, as quais podem ser categorizadas da seguinte forma, de acordo com Murdoch (1997):

#### **Causas psicológicas**

Os fatores afetivos estão relacionados com a inexistência de vínculo significativo, o abandono pelo núcleo familiar mais próximo ou ainda a perceção da existência de situações de exclusão ou rejeição no seio daquele núcleo.

Os fatores ambientais podem ser causa do aparecimento de perturbações quando, por exemplo, o bilinguismo é fonte de confusão na apropriação dos contextos e dos objetos, pelo facto de este ser praticado de forma aleatória, pouco contextualizada ou através do uso de vocabulário pobre. Também a pertença a comunidades que estimulam pouca diversidade de contactos com outros elementos exteriores aos seus núcleos podem resultar na manifestação de perturbações da linguagem. Outro exemplo é o de irmãos, geralmente gémeos, que desenvolvem linguagens próprias, as quais mobilizam preferencialmente. Por último, ainda que raros, são os casos das crianças que são excluídas da sociedade durante as fases iniciais do seu desenvolvimento por cuidadores, sejam estes os seus progenitores ou outros elementos, daí resultando ambientes extremamente pobres de aquisição e desenvolvimento da linguagem.

Os fatores relacionados com perturbações psicológicas radicam-se nas estruturas que contribuem para a construção da personalidade, de que são exemplo os indivíduos com perturbação do espectro do autismo.

## Causas orgânicas ou funcionais

As causas orgânicas estão ligadas à presença de lesões ou alterações significativas nos diferentes órgãos que contribuem para a produção da linguagem, de que são exemplo o aparelho fono-articulatório ou o sistema nervoso central. Assim, para que o desenvolvimento da linguagem se efetive de forma harmoniosa, é essencial que todos os órgãos nele intervenientes contribuam de forma efetiva para os processos de receção e de emissão, destacando-se as áreas corticais e subcorticais sensoriais e motoras, as vias nervosas, o aparelho auditivo e visual, os órgãos fonatórios e o aparelho respiratório.

No que diz respeito às causas funcionais, a maioria ou totalidade destes órgãos e sistemas podem encontrar-se íntegros, mas pode existir comprometimento causado por alterações genéticas, de que é exemplo a detenção de trissomia 21, a existência de psicoses graves ou ainda de alterações externas do aparelho fono-articulatório, causadas, por exemplo, por tumores.

Schrimer, Fontoura e Nunes (2004, p. 98) descrevem desta forma a etiologia dos distúrbios da linguagem oral e escrita:

Distúrbios	Descrição
Causa ambiental	Fatores de risco sociais e emocionais.
Atraso isolado da linguagem expressiva (“constitucional”)	Atraso de causa não-demonstrável associado a compreensão, pragmática e desenvolvimento não-verbal normais.
Déficit cognitivo	Nos primeiros anos, a evolução da linguagem na criança com atraso de desenvolvimento é semelhante à da criança normal, mas num ritmo inferior.
Déficit auditivo	Influencia a aquisição da linguagem após 6-9 meses, quando se observam alterações da vocalização (perda da qualidade vocal, consoantes que desaparecem ou não chegam a surgir, modificação da sonoridade das vogais) até que apenas sons primitivos e guturais acabam por persistir.
Autismo	Pode ocorrer ecolalia imediata ou tardia, perseveração (persistência inapropriada no mesmo tema) em associação a alterações da comunicação não-verbal, comportamentos estereotipados e perseverantes, interesses restritos e não-usuais e comprometimento da capacidade social.
Alterações específicas da linguagem	Caracterizam-se por limitações significativas da função linguística que não podem ser atribuídas a perda auditiva, déficit cognitivo ou alterações da estrutura e função fonadora. É um diagnóstico de exclusão.

Tabela 1 - Etiologia dos distúrbios da linguagem oral e escrita, segundo Schrimer, Fontoura e Nunes (2004, p. 98)

A posse destes distúrbios condiciona num grau específico duas vertentes da comunicação: a comunicação recetiva e a comunicação expressiva.

A primeira tem a ver com mecanismos de receção e compreensão dos estímulos ou das mensagens com o indivíduo se depara.

As pistas de contexto natural englobam os tons de voz, a duração e nível de percepção dos discursos, dos gestos, ou dos toques dos interlocutores, os quais são processados resultando na atribuição de um significado que permitem antecipar um acontecimento em que irá intervir ou que a vai afetar. Por exemplo, o cantar de um adulto enquanto se sente embalada poderá significar que brevemente irá adormecer.

As pistas de objetos estão relacionadas com a percepção de que o contacto visual com o mesmo resultará num acontecimento determinado, geralmente rotineiro: o avistamento da banheira significará que de seguida estará mergulhada em água morna.

As pistas gestuais estão ligadas a movimentos padronizados dos corpos aos quais se atribui um significado social, de que são exemplo o abanar das mãos para dizer adeus ou o bater palmas para demonstrar agrado.

A outra vertente da comunicação, também denominada comunicação expressiva, é o processo em que a criança exterioriza as suas apetências comunicativas através dos mecanismos e órgãos que consegue mobilizar, transmitindo sentimentos, anseios e opiniões, a fim de fazer valer a sua individualidade no meio que a rodeia.

## 2.2. Comunicação alternativa e comunicação aumentativa

A incapacidade de comunicar através da linguagem verbal pode ocorrer em diversos momentos das vidas das pessoas e tem consequências sociais, culturais e psicológicas (Tetzchner & Martinsen, 2000).

A utilização de sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa (CAA) concede-lhes o desenvolvimento da capacidade de comunicação, uma maior compreensão do que acontece à sua volta, a capacidade de expressarem as suas próprias necessidades e ainda o acesso a atividades mais complexas, acrescidos da possibilidade de *“melhorar a sua qualidade de vida, proporcionando-lhes um maior controlo sobre a mesma e maior auto-estima, dando-lhes oportunidade de sentirem maior igualdade social”* (Tetzchner & Martinsen, 2000, p. 17)

Segundo os mesmos autores, a tipologia do sistema que vai ser usado deve respeitar as características do utilizador e possuir um leque alargado de funcionalidades, contribuindo para a tornar mais apta para gerir as dificuldades do seu quotidiano.

Referem ainda que o termo comunicação aumentativa designa uma vertente comunicacional complementar ou de apoio, usada em conjunto com a fala.

Já a comunicação alternativa é *“[...] é qualquer forma de comunicação diferente da fala usada por um indivíduo em contextos de comunicação frente a frente. Os signos gestuais e gráficos, o código Morse, a escrita, etc., são formas alternativas de comunicação para indivíduos que carecem de capacidade de fala”* (Tetzchner & Martinsen, 2000, p. 22).

Ferreira, Ponte e Azevedo definem comunicação alternativa e aumentativa como *“todo o tipo de Comunicação que aumente ou suplemente a fala”* (1999, p. 9).

Passerino (2012, p. 230) refere que a comunicação alternativa é *“uma das áreas mais importantes dentro do que conhecemos como Tecnologia Assistiva e aborda as ajudas*

*técnicas para comunicação, seja de forma a complementar, suplementar ou com alternativas para que o processo comunicativo aconteça”.*

A comunicação alternativa basear-se-ia num conjunto de signos, nas modalidades gestuais, gráficas ou tangíveis.

As modalidades gestuais são geralmente usadas por indivíduos surdos ou com eles comunicantes e caracterizam-se pela língua gestual e outros signos produzidos pelos membros superiores e expressões faciais.

Os signos gráficos são os utilizados por sistemas gráficos do tipo BLISS, SPC, PIC ou outros, sobre os quais nos debruçaremos mais à frente.

Os signos tangíveis ou tácteis são utilizados por pessoas com défices visuais ou mentais, sendo materializados em diversos materiais como o papel, a madeira ou o plástico, podendo, em cada material, ser compostos por várias texturas.

Salazar et al (2000) consideram a comunicação alternativa e aumentativa como uma nova aceção de trabalho interdisciplinar entre as disciplinas da comunicação e da linguagem que visa encontrar solução para que as pessoas que não conseguem devido a uma deficiência possam fazê-lo recorrendo a meios distintos. Nas suas raízes estão as áreas da linguística, da comunicação, da psicologia, da pedagogia, da eletrónica e da informática, uma vez que todas estas podem contribuir de forma complementar para encontrar aquelas soluções.

Para estes autores, a comunicação aumentativa e alternativa pode definir-se segundo três funções básicas: possibilitar uma forma de comunicação permanente quando a aquisição da fala se encontra definitivamente comprometida, facilitar o desenvolvimento da fala ou contribuir para, a médio prazo, a substituir como principal forma de comunicação.

Paasche, Gorril e Strom (2009) referem que a comunicação aumentativa e alternativa, em conjunto com outros sistemas de acesso à escrita utilizados por pessoas com problemas de fala, pressupõe um contexto materializador que inclui um sistema de sinais e de ajudas técnicas para a escrita ou outras formas de comunicar, acompanhado de um plano de procedimentos.

Numa vertente procuram estimular um maior nível desenvolvimento da comunicação, a qual resulta de mais elevados patamares de alfabetização. Noutra procuram compensar as desigualdades provocadas por carências comunicacionais resultantes da existência de áreas comprometidas na fisiologia das pessoas para fazer com estas cumpram objetivos equivalentes aos da maioria das restantes, ainda que por outros meios.

Para Lloyd e Karlan (1984), citados por Ferreira, Ponte, & Azevedo (1999), os sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa dividem-se em dois grupos: com e sem ajuda.

### **2.2.1.      *Sistemas de comunicação com ajuda***

Estes sistemas têm como denominador comum “*todas as formas de comunicação em que a expressão da linguagem necessita o uso de qualquer sistema exterior ao utilizador*” (Tetzchner & Martinsen, 2000, p. 22).

São exemplos as tabelas e quadros de comunicação, relógios indicadores, dispositivos de fala digitalizada, máquinas de escrever adaptadas e computadores, os quais são utilizados de acordo com as necessidades individuais de quem pretende amplificar a sua produção comunicacional.

Nestes sistemas os signos já se encontram predefinidos, necessitando sempre existir um veículo para os tornar evidentes.

Abaixo apresentam-se algumas categorias destes sistemas:

Comunicação por símbolos gráficos	Sistemas combinados <sup>1</sup>
PIC SPC Rebus Bliss Sigsymbols Picssyms Oakland	PECS ARASAAC Picto-Selector  Makanton
Sistemas com base na escrita	Sistemas de comunicação por linguagem codificada
Par-le-silab Alfabeto Palavras Frases	Morse Braille

Quadro 2 - Categorias de sistemas de comunicação com ajuda, segundo Ferreira, Ponte, & Azevedo (1999)

## **2.2.2. Sistemas de comunicação sem ajuda**

---

<sup>1</sup> Utilizam símbolos gráficos e visuais.

Os sistemas de comunicação sem ajuda referem-se às modalidades de comunicação em que quem pretende comunicar cria os seus mecanismos recorrendo a expressões de linguagem, recorrendo às partes de corpo que considera mais adequadas à mensagem que pretende transmitir. Pode recorrer a movimentos de cabeça, do tronco ou de braços, expressões e mãos. Deste modo, o corpo é o veículo e o exemplo mais universalmente reconhecido é a língua gestual. Outro exemplo são os sinais tácticos militares, os quais são utilizados em contextos específicos de necessidade de comunicação sem emissão de ruído ou utilização de dispositivos eletrónicos.

Ferreira, Ponte e Azevedo (1999) citam Basil e Bellacasa (1985) referindo que estes sistemas se podem dividir em quatro categorias:

- Gestos de uso comum;
- Sistemas manuais para não ouvintes (de que são exemplo a Língua Gestual Portuguesa);
- Sistemas manuais pedagógicos (de que é exemplo o método Borel-Maisonny);
- Alfabeto manual

### **2.2.3. Alguns sistemas de comunicação**

De seguida são descritos alguns destes sistemas, os quais possuem vantagens e desvantagens, que procuraremos também referir.

#### **Sistema Bliss**

O propósito original do sistema Bliss, nascido no esteio do final da Segunda Grande Guerra, consistia na criação de um sistema de comunicação que contribuísse para a paz. Em 1949 Charles Bliss publicou uma obra denominada “Semantografia”<sup>2</sup>, a qual propunha este sistema como uma forma de melhorar a comunicação entre os governantes de diversos países através da implementação de uma linguagem comum e neutra relativamente à influência que cada um tinha na ordem mundial.

Este projeto acabou por não ser usado para este fim, uma vez que não obteve acolhimento junto dos destinatários, mas em 1971 uma equipa multidisciplinar canadiana implementou-o como sistema de comunicação em crianças com deficiência motora e fala comprometida, os quais revelavam ainda dificuldades de aprendizagem da leitura e da escrita.

---

<sup>2</sup> Uma reprodução do texto que Charles Bliss utilizou na primeira comunicação acerca da sua proposta pode ser encontrado em [http://www.semantography-blissymbolics.com/temp/101-125/semantography\\_series\\_103.pdf](http://www.semantography-blissymbolics.com/temp/101-125/semantography_series_103.pdf). O sítio <http://www.semantography-blissymbolics.com/> contém informação abundante acerca da génese deste sistema.

O sistema é constituído por um conjunto de cem formas básicas que, quando combinadas, resultam em cerca de 2500 símbolos<sup>3</sup>. Os símbolos consideram-se simples quando contêm apenas um elemento simbólico. Já quando combinam diversos destes elementos denominam-se compostos. Estes podem ser sobrepostos, quando uns elementos são colocados uns sobre os outros, sequenciais, quando os elementos são colocados lado a lado, e mistos, quando resultam da sobreposição e sequenciação ao mesmo tempo.

Quanto às suas características, os símbolos podem ser pictográficos, quando se assemelham com aquilo que representam; ideográficos, se representam ideias; de dupla significação, se tanto podem ser considerados pictográficos como ideográficos; arbitrários, se a sua forma não tem uma relação convencional com o significado.





Existem seis categorias gramaticais, apresentando cada uma cor específica. Este sistema de cores de categorias gramaticais foi criado por Edith Fitzgerald em 1926, com o objetivo de ensinar os princípios linguísticos e a estrutura da frase a surdos (Ferreira, Ponte, & Azevedo, 1999).

A utilização da cor pretende reforçar a aquisição da perceção das relações funcionais entre os diferentes integrantes das frases, a fim de propiciar uma correta distribuição dos mesmos nas produções comunicativas.

Assim, o símbolo, o seu contorno ou o seu fundo são coloridos da seguinte forma:

- Amarelo – pessoas ou pronomes pessoais;
- Verde – verbos;
- Laranja – substantivos;
- Azul – adjetivos e advérbios;
- Rosa – expressões sociais;
- Branco – restantes símbolos (por exemplo, preposições e dias da semana).

Cada símbolo tem como parte integrante a glosa, ou seja, a palavra correspondente ao significado. Um exemplo de construção de uma frase pode ser percecionado no seguinte quadro<sup>4</sup>:

eu (feminino)	como	maçã	almoço
			

Quadro 3 - Exemplo de uma frase elaborada com recursos a Símbolos Bliss

<sup>3</sup> Uma boa descrição deste sistema pode ser encontrada, por exemplo, em <http://www.itad.pt/tratamento-de-psicologia/sistema-simbolos-bliss/>, de onde foi retirada parte significativa da informação acerca deste sistema.

<sup>4</sup> Criado a partir de funcionalidades disponibilizadas no sítio <https://www.blissonline.se/>.

Este sistema é indicado para ser usado por pessoas com limitações na oralidade e que tenham capacidades cognitivas que lhes permitam efetuar aprendizagens com um razoável grau de proficiência, de que são exemplo detentores de paralisia cerebral, deficiência mental, surdos, afásicos, autistas e adultos com doenças degenerativas, assim como por crianças e jovens com problemas de aprendizagem. Há, no entanto, acautelar que antes de ser introduzido no seu processo de estímulo comunicacional, sejam avaliadas as capacidades cognitivas, o nível de representação simbólica, a tipologia de discriminação visual (da forma, tamanho e orientação dos símbolos), as capacidades motoras, a acuidade e a compreensão auditiva e visual.

As suas vantagens e desvantagens são as seguintes (Pereira, 2020):

#### **Vantagens do sistema Bliss**

- Possibilita a interação com o meio;
- Permite um nível de expressão linguística muito elevado já que compreende elementos de ligação, flexão verbal, plural e concordância;
- Prevê a criação de novos símbolos, a partir dos já existentes (possibilita qualquer nível de conversação);
- Os símbolos pictográficos que o constituem facilitam a memorização do sistema;
- A utilização do quadro de vocabulário proporciona um constante reforço visual, o que facilita o desempenho do indivíduo;
- Pode ser usado por pessoas que não sabem ler e servir de base para a aprendizagem da escrita.
- Não há necessidade de uma função perfeita das mãos (os símbolos podem ser apontados de outras formas);
- Não precisa ser conhecido por interlocutores alfabetizados devido à existência da glosa.

#### **Desvantagens do sistema Bliss**

- Ainda que relativamente simples não é passível de ser usado por todos os que necessitam de um sistema aumentativo ou alternativo;
- As combinações dos símbolos para expressar palavras que não constam da tabela (sem tradução em palavras) podem dificultar a comunicação com o interlocutor;
- O interlocutor tem de se adaptar e utilizar unicamente os símbolos disponíveis na tabela;
- Num nível mais avançado requer um bom nível de criatividade, tanto por parte do utilizador como por parte do interlocutor.

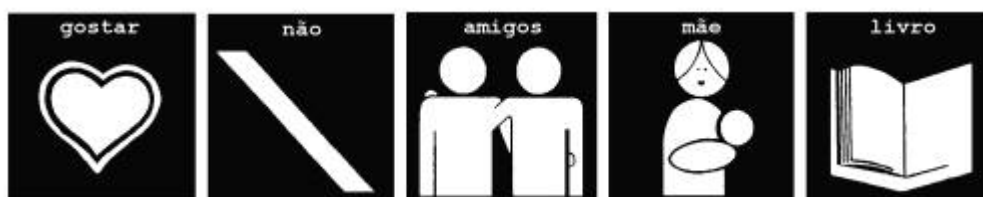
Quadro 4 - Vantagens e desvantagens do Sistema Bliss (Pereira, 2020)

## Sistema PIC

O sistema PIC (*Pictogram Ideogram Communication*) foi concebido por pelo terapeuta da fala Subhas Maharaj, no Canadá, em 1980.

Consiste em símbolos pictográficos concebidos a partir de desenho aperfeiçoados, pintados a branco sobre fundo preto. Apesar de terem sido criados cerca de 1300, em Portugal são utilizados apenas 400 (Gericota, 1995).

O significado é escrito na parte superior do símbolo, tal como no Sistema Bliss, facilitando a legibilidade a utilizadores menos familiarizados com o sistema, como poderão ser quaisquer interlocutores, inclusivamente docentes, caso estes sejam utilizados em contexto escolar.



Quadro 5 - Exemplo de símbolos PIC, segundo Gericota (1995)

Trata-se de um sistema cujo grau de dificuldade pode advir da quantidade de símbolos disponível, mas que, após assimilado, é bastante intuitivo uma vez que se socorre de desenhos que são muito aproximados aos dos referenciais que pretendem representar, contrariamente aos do sistema anteriormente descrito. Os seus destinatários são, por exemplo, portadores de deficiência intelectual com dificuldades de comunicação (Ferreira, Ponte, & Azevedo, 1999).

Uma das desvantagens que lhe é referida está relacionada com a falta de flexibilidade para a formação de novos significados, uma vez que aquela aproximação aos referenciais constitui de certa forma uma barreira à criação desses significados.

Por exemplo, a representação de um cavalo tende a radicar o símbolo na representação daquele animal, dificultando a representação de “gado”. Também o facto de serem difíceis de desenhar no momento implica que estes sejam manipulados a partir de cartões ou geração por sistema informático

## Sistema SPC

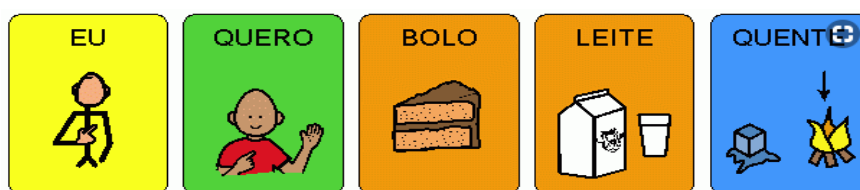
O sistema SPC (*Símbolos Pictográficos para Comunicação*), internacionalmente conhecido por PCS (*Picture Communication Symbols*) foi criado pela terapeuta da fala americana Roxane Johnson em 1981, procurando encontrar uma alternativa ao sistema Bliss, o qual considerada inadequado para algumas franjas de utilizadores daquele sistema por força da sua complexidade.

Trata-se de um sistema que se destina a ser utilizado para a comunicação aumentativa, o qual compreende cerca de 3000 símbolos.

Estes possuem a característica de ser desenhados a preto sobre fundo branco, inversamente ao sistema PIC, tendo também o significado escrito na parte superior do desenho, para que este se torne mais compreensível pelos utilizadores, sejam estes os produtores ou decodificadores das mensagens (Tetzchner & Martinsen, 2000).

Alguns termos mais abstratos, como “com”, “para” ou “de” são simplesmente grafados e não acompanhados de desenho.

Este é um exemplo de quadro de comunicação elaborado com o sistema SPC<sup>5</sup>:



Quadro 6 - Exemplo de uma frase construída com símbolos SPC

Neste exemplo podemos verificar que os fundos dos símbolos e também as imagens se encontram coloridas. A geração deste quadro foi efetuada recorrendo ao programa Boardmaker com SPC<sup>6</sup>, o qual está adaptado para português europeu, entre outros idiomas, e também recorre ao sistema de cores de categorias gramaticais foi criado por Edith Fitzgerald.

O sistema SPC destina-se a utilizadores que possuam necessidade de comunicar de forma relativamente simples, empregando um vocabulário limitado para estruturar frases curtas.

## Sistema ARASAAC

O Sistema ARASAAC é disponibilizado pelo Departamento de Educação Cultura e Desporto do Governo de Aragão<sup>7</sup> e engloba um conjunto de materiais (pictogramas, imagens ou vídeos), disponibilizados sob a Licença Creative Commons, autorizando-se seu uso para fins não lucrativos, sempre que citada a fonte, autor e são regidos sob a mesma licença.

Um dos seus produtos mais conhecido é o conjunto de 15396 símbolos (pictogramas) coloridos, 13313 a preto e branco e 4138 realistas, sendo estes últimos elaborados a partir de

---

<sup>5</sup> Retirado de <http://taniaalvesdias.blogspot.com/2013/02/simbolos-pictograficos-para-comunicacao.html>, obtido em 17 de maio de 2020.

<sup>6</sup> Que pode ser adquirido, por exemplo, aqui: <https://oficinadidactica.pt/produto/boardmaker-5000-simbolos-pictograficos/>. Obtido em 17 de maio de 2020.

<sup>7</sup> O sítio do projeto pode ser acedido em <http://www.arasaac.org/index.php>. Obtido em 17 de maio de 2020.

fotografias devidamente editadas, os quais podem ser utilizados em qualquer software que recorra a símbolos para a elaboração de conteúdos de comunicação.

O sítio do projeto disponibiliza também ferramentas que fazem uso destes símbolos e permitem gerar conteúdos comunicacionais: criadores de animações, de símbolos, ou de frases, e também geradores de horários, de calendários, de painéis, de bingos e de dominós.

Os símbolos são elaborados a partir de desenhos, muitos dos quais com mais que um elemento, e possuem o fundo neutro, o que dá liberdade aos criadores dos conteúdos para recorrer ou não a categorias gramaticais com recurso à utilização de cor.

Um exemplo de frase pode ser encontrado abaixo.



Quadro 7 - Exemplo de uma frase criada com símbolos ARASAAC

Uma das virtualidades deste tipo de símbolos é o seu número e diversidade, os quais permitem construir materiais de comunicação ricos em termos de significados. Outra consiste no facto de estes estarem presentes nas três modalidades anteriormente referidas, sendo possível escolher aqueles se melhor se adequam aos seus utilizadores.

Pessoas com défice visual podem beneficiar em fazer uso de símbolos a preto e branco, enquanto outros podem manipular com mais sucesso símbolos coloridos, os quais oferecem uma gama tonal mais rica e aproximada das cores que percecionam. Também os símbolos realistas podem ser mais adequados a determinadas populações, em que a representação simbólica do objeto através de um desenho é menos eficaz que a sua representação fotográfica.

Quanto às eventuais desvantagens, estas estão relacionadas com a diversidade de símbolos, os quais, se não forem usados sempre com a mesma representação podem dar azo a dificuldades de interpretação ou de construção por pessoas que têm dificuldade em utilizar símbolos semelhantes, mas não iguais, para representar determinado significado. Por exemplo, podem existir pessoas que associaram uma bola a um desenho que representa uma pintada de azul, mas que tenham dificuldade em atribuir o mesmo significado a uma bola pintada de vermelho.

Após termos efetuado a descrição das características de alguns sistemas de comunicação mais conhecidos, refletiremos de seguida acerca dos destinatários dos mesmos, os quais podem ser caracterizados a partir da função que estes sistemas podem desempenhar.

## 2.3. Destinatários de sistemas de comunicação alternativa e aumentativa

Para Tetzchner & Martinsen (2000), os utilizadores de sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa podem dividir-se em três grandes grupos:

- Os que utilizam os sistemas CAA como meio de expressão;
- Os que utilizam os sistemas CAA como linguagem de apoio;
- Os que utilizam os sistemas CAA como linguagem alternativa.

Já para Ferreira, Ponte, & Azevedo (1999), os utilizadores que necessitam de comunicação aumentativa ou alternativa são os seguintes:

- Pessoas com deficiências cognitivas, de que são exemplo portadores de deficiência mental, atraso de desenvolvimento ou perturbação de desenvolvimento;
- Pessoas com deficiências sensoriais, de que são exemplo os surdos sem e com défice visual;
- Pessoas com deficiências neurológicas, como a paralisia cerebral, as encefalopatias, sequelas de meningite, afetados por traumatismos cranianos, portadores de afasia<sup>8</sup>, apraxia<sup>9</sup> ou disartria<sup>10</sup>;
- Pessoas com perturbações emocionais, de que são exemplo o mutismo seletivo e psicoses;
- Pessoas com deficiências estruturais, de que são exemplo laringectomizados, glosectomizados ou detentores de fenda palatina.

Independentemente da modalidade de utilização ou das causas que estão na sua génese, a utilização de CAA pode surgir em qualquer momento da vida e ser causada por múltiplos fatores.

Por si só, os sistemas de nada valem se não forem utilizados a partir de um suporte físico, que dominaremos dispositivo, e que possui a função de implementação desses sistemas.

---

<sup>8</sup> Perda ou alteração da capacidade de falar ou de compreender a linguagem escrita ou falada. In Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, <https://dicionario.priberam.org/afasia> [consultado em 19-05-2020].

<sup>9</sup> Incapacidade para executar normalmente movimentos coordenados. In Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, <https://dicionario.priberam.org/apraxia> [consultado em 19-05-2020].

<sup>10</sup> Dificuldade na articulação e pronúncia das palavras. In Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2021, <https://dicionario.priberam.org/disartria> [consultado em 19-05-2020].

É o que abordaremos de seguida.

## 2.4. Vantagens e desvantagens dos sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa

A utilização de sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa está associada a vantagens e desvantagens que devem ser tidas em conta aquando da implementação destes sistemas, de acordo com as características do utilizador.

Por vezes é patente a convicção de que a adoção de que estes sistemas pode inibir ou diminuir o uso da comunicação oral do qual o indivíduo é dotado, mas na realidade constata-se que o número de vocalizações tende a aumentar nas pessoas que utilizam este tipo de comunicação (Almirall, Soro-Camats, & Bultó, 2003).

A adoção de um sistema de CAA tende a diminuir a angústia no indivíduo uma vez que a pressão terapêutica, familiar e escolar também decresce. Na sequência desta utilização, a compreensão de conceitos aumenta, assim como a facilidade de se expressar acerca de cada um deles, verificando-se um aumento do interesse do indivíduo pelo meio que o envolve. A sua implementação implica, como desvantagem, alterações nas rotinas diárias, o que pressupõe uma adaptação tanto para o utilizador como para a família e para a estrutura escolar (Glennen & DeCoste, 1997).

No que diz respeito às vantagens de um sistema sem ajuda, estes proporcionam uma comunicação mais direta, por não haver interferência de qualquer instrumento que prejudique o sucesso da comunicação. Durante a interação, o indivíduo pode adequar a sua conversação à evolução da interação.

Este tipo de sistemas não necessita de qualquer tipo de transporte, uma vez que o indivíduo utiliza para a comunicação apenas o próprio corpo (Almirall, Soro-Camats, & Bultó, 2003).

A sua utilização proporciona rapidez, sendo imediato o resultado e é prático por poder ser usado em qualquer local. Não se verifica, ainda, perigo de danificação e não pressupõe o investimento monetário.

Relativamente às desvantagens, podem ser elencadas a necessidade de avaliação do sistema, uma vez que, para o utilizar, o indivíduo necessita de uma adequada coordenação motora e também a desvantagem de os signos eventualmente sofrerem evoluções ou modificações, podendo ser requerida uma aprendizagem permanente, que é dificultada sobretudo em indivíduos com dificuldades de memória.

Estas desvantagens podem dificultar a implementação tanto em indivíduos com défices cognitivos como em indivíduos com dificuldades motoras.

No que concerne aos sistemas com ajuda, as vantagens consistem no facto de estes serem mais compreensíveis e fáceis para o interlocutor uma vez que podem juntamente com o símbolo apresentar também a palavra (Almirall, Soro-Camats, & Bultó, 2003).

Ainda segundo os mesmos autores, estes sistemas são ainda são mais flexíveis e ricos sob ponto de vista linguístico e cognitivo, visto proporcionarem a adequação ao indivíduo e suas necessidades pessoais. A associação destes sistemas a ajudas técnicas de voz digital ou sintetizadores conferem um maior impacto à comunicação, uma vez que capta a atenção do interlocutor e permite que este não tenha que ler a glosa, não exigindo demasiada atenção pelo falante.

A aplicação destes sistemas pode estender-se até indivíduos com dificuldades motoras graves, visto serem bastante fáceis de apreender, proporcionando-lhes autonomia.

Todavia, é necessário considerar que, caso o indivíduo manifeste um reduzido controlo muscular ou movimentos involuntários poderão ser produzidos erros que, por conseguinte, irão comprometer a comunicação (Tetzchner & Martinsen, 2000).

No que concerne às desvantagens, estes sistemas têm de ser transportados e, portanto, estão bastante suscetíveis de serem esquecidos ou danificados.

Durante o processo comunicativo, o indivíduo tem forçosamente de olhar para o seu equipamento quebrando uma das principais regras de comunicação, o contacto visual (Almirall, Soro-Camats, & Bultó, 2003). Neste sentido, a comunicação torna-se mais lenta, visto o interlocutor ter de esperar pela resposta do utilizador do sistema de CAA.

Quanto ao vocabulário, este pode ser flexível e rico, uma vez que é reunido consoante o indivíduo, as suas necessidades e o seu meio envolvente. Por outro lado, também pode ser limitado uma vez que, frequentemente, é necessária uma reformulação e atualização dessas listas para proporcionar ao indivíduo uma comunicação adequada.

Alguns dos sistemas podem ser pouco compreensíveis para um interlocutor que não esteja familiarizado com o seu significado. Do mesmo modo, o interlocutor pode não ter tempo ou disponibilidade para receber e interpretar a mensagem produzida.

Tendo em conta os sistemas com ajuda, é necessário salientar os seus custos assim como a sua manutenção. Estes sistemas pressupõem a utilização de algum tipo de energia que as sustente pelo que, quando termina e não se verifica a sua substituição, a comunicação será comprometida.

Os sistemas que utilizam as tecnologias são geralmente frágeis, implicando cuidados por parte do utilizador. Devem estar posicionados sempre perto do indivíduo, nomeadamente quando se baseiam no olhar, caso contrário a comunicação poderá sofrer alterações.

Referem Ferreira, Ponte, & Azevedo (1999), não distinguindo explicitamente sistemas com ou sem ajuda, que as vantagens dos sistemas de CAA podem ser desta forma descritas:

- Podem fornecer simultaneamente dois tipos de estímulos, o visual e o auditivo;
- Podem estimular o desenvolvimento da linguagem verbal;

- Podem ser usados como sistemas de comunicação provisórios;
- Podem funcionar como complemento à linguagem verbal;
- Podem ser usados como sistema de comunicação inicial;
- Os estímulos visuais são normalmente mais estáticos e mantêm-se mais tempo que os propiciados pela linguagem verbal, com menos hipótese de distorção e facilitando os processos de memorização e representação.

As desvantagens dos sistemas de CAA, segundo estes autores, são as seguintes:

- Não são sistemas comumente usados pelas populações que deles não necessitam, o que faz que sejam menos reforçados pelas pessoas que deles não necessitam junto daqueles que têm essa necessidade;
- Algumas pessoas podem não ser recetivas a este tipo de comunicação por considerarem que a mesma faz com que quem dela necessita acabe por desistir da aquisição da comunicação verbal;
- Algumas pessoas podem considerar não ter tempo para descodificar ou elaborar mensagens com recurso a sistemas de CAA;
- A utilização de sistemas de CAA pode ser mais onerosa, uma vez que pode implicar a aquisição de materiais ou tecnologias para os implementar.

De seguida procuraremos descrever as características e funcionalidades de alguns dispositivos de comunicação aumentativa ou alternativa que podem ser mobilizados em contextos educativos e domésticos.

Estes estão disponíveis numa grande diversidade de materiais e disponibilizam interfaces que lhes permitem ser adotados de acordo com as características individuais dos utilizadores.

## 2.5. Dispositivos para comunicação aumentativa ou alternativa

A utilização de sistemas de comunicação com ajuda pressupõe a utilização de dispositivos que funcionem como suporte dos símbolos que os integram.

De seguida apresentamos alguns desses dispositivos, os quais divergem no que diz respeito o nível de integração de tecnologias digitais.

### 2.5.1. ***Materiais básicos de comunicação***

As tabelas ou quadros de comunicação integram o nível mais básico de sistemas de comunicação, também designados por comunicadores, que podemos utilizar quando recorremos a dispositivos de CAA.

Podem ser construídos em diversos materiais e usados em diversos suportes, de que são exemplo livros de comunicação, relógios e calendários. Apresentam-se de seguida alguns exemplos.

## Relógios, calendários e álbuns de comunicação

Nos relógios de comunicação procura-se representar uma sequência de atividades de acordo com a ordem cronológica da sua implementação, sendo também possível em qualquer momento esta ser alterada tanto pela pessoa que percebe o comunicador como por quem procura comunicar essa necessidade de alteração.

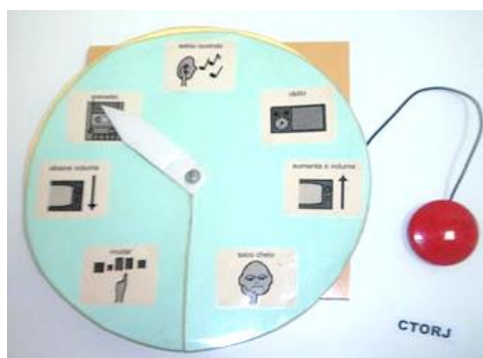


Imagem 1 - Relógio de comunicação

O ponteiro é movimentado com recurso ao deslocamento manual ou, como é o caso do sistema representado na figura, através de um manípulo, que acoplado a um motor faz com que o ponteiro de desloque enquanto este dispositivo de pressão é ativado (funcionamento por varrimento). Nesta segunda modalidade, as dificuldades de manipulação do ponteiro estarão na origem da opção pelo manípulo.

Os calendários de comunicação podem ser usados para registar ou antecipar eventos que fogem à rotina diária. São geralmente construídos para sensibilizar para eventos que poderão constituir momentos de maior instabilidade para o utilizador ou para reforçar conceitos consciência temporal.



Imagem 2 - Calendário de comunicação

Nos álbuns de comunicação são colocados os símbolos agrupados por temas ou áreas, podendo ou não as folhas terem cores diferentes, de acordo com cada uma dessas categorias, para melhor navegação e mais rápido acesso.



Imagem 3 - Exemplo de álbum de comunicação

Quanto existir necessidade de utilizar um léxico mais alargado, menos portátil esta opção se consubstancia.

### **Vantagens**

- Baixo nível de integração de tecnologias, o que faz com que sejam relativamente acessíveis a todos;
- Facilmente adaptáveis por qualquer pessoa, uma vez que não requerem conhecimentos técnicos;
- Novos símbolos facilmente acrescentáveis por adição de páginas e ajustáveis às necessidades do utilizador.

### **Desvantagens**

- Pouco flexíveis para disponibilizar grande número de símbolos ou quadros diferentes no mesmo dispositivo;
- Número limitado de células;
- Podem ser pesados ou ter grandes dimensões, o que dificulta a sua portabilidade;
- Geralmente não admitem gravação ou geração de som;
- Degradam-se com relativa facilidade.
- Podem ser difíceis de manipular caso o utilizador possua comprometimentos motores.

## Comunicador de um botão



Imagem 4 - Comunicador de um botão BIGmack Ablenet<sup>11</sup>

Os comunicadores de um botão são dos dispositivos mais simples a que podemos associar um símbolo e um conteúdo áudio.

Podem ter vários tamanhos, facilitando a ativação por pessoas com mobilidade reduzida e é possível fixá-los em braços articulados ou outros suportes para que possam ser adaptados, por exemplo, a cadeiras de rodas.

São geralmente alimentados por pilhas facilmente adquiríveis em qualquer estabelecimento comercial e podem possuir tomadas para ligação a dispositivos mais complexos, o que lhes atribui as funcionalidades de manípulos, conforme adiante se referem.

Podem ainda alojar um símbolo no espaço entre a proteção plástica de contacto e o comunicador em si, o que pode facilitar a identificação da mensagem gravada.

### Vantagens

- Sistema de fácil ativação;
- Configurável por qualquer pessoa, uma vez que requer poucos conhecimentos técnicos;
- Geralmente admite associação de um som gravado, de curta duração (cerca de 30 segundos).

### Desvantagens

- Permite mostrar apenas um símbolo e gravar apenas uma mensagem;
- Pode ser pesados ou ter grandes dimensões, o que dificulta a portabilidade;

---

<sup>11</sup> Adquirível, por exemplo, em <https://www.megaserafim.pt/loja/comunicadores-simples/95-comunicador-bigmack-ablenet.html>. Consultado em 14 de março de 2020.

- Necessita de pilhas.

## Comunicadores de dois ou mais botões



Imagem 5 - Comunicadores de dois e quatro botões com referencial de símbolo<sup>12</sup>

Os comunicadores de dois ou mais botões disponibilizam a possibilidade de gravação de dois conteúdos - geralmente “sim” e “não” no caso dos de dois botões – que possibilitam que o utilizador opte de acordo com o símbolo que é colocado à sua frente.

Caso não se use cartão, também é possível utilizar os comunicadores para indicar escolhas mais limitadas:



Imagem 6 - Comunicador de dois botões com símbolos específicos

<sup>12</sup> Respetivamente, comunicador iTalk2 com níveis Ablenet (adquirível em, por exemplo, <https://www.megaserafim.pt/loja/comunicadores-simples/421-comunicador-italk2-c-niveis-ablenet.html>) e Comunicador iTalk4 com níveis Ablenet (adquirível, por exemplo, em <https://www.megaserafim.pt/loja/comunicadores-simples/420-comunicador-italk4-c-niveis-ablenet.html>). Consultado em 14 de março de 2020.

## Vantagens

- Sistema simples, com escolhas facilmente acessíveis;
- Configurável por qualquer pessoa, uma vez que requer poucos conhecimentos técnicos;
- Geralmente admitem associação de um som gravado, de curta duração (cerca de 30 segundos) a cada botão.

## Desvantagens

- Número muito limitado de escolhas;
- Podem ser pesados ou ter grandes dimensões, o que dificulta a portabilidade;
- Necessitam de pilhas.

### 2.5.2. Comunicadores (digitalizadores de fala)



Imagem 7 - Exemplos de comunicadores (digitalizadores de fala)<sup>13</sup>

Os digitalizadores de fala permitem associar a cada símbolo alojado numa célula um conteúdo áudio, o qual é perceptível sempre que essa célula é premida.

Permitem ainda, geralmente, armazenar até seis níveis de gravação, os quais podem ser atribuídos a seis quadros de comunicação. Os quadros de comunicação podem ser inseridos e removidos a partir de folhas que encaixam no dispositivo.

São alimentados por pilhas similares às que referimos para os comunicadores anteriores.

---

<sup>13</sup> Da esquerda para a direita: Comunicadores GoTalk Pocket, GoTalk 9+ e GoTalk 20+, adquiríveis em <https://anditec.pt/>. Consultado em 23 de março de 2020.

## **Vantagens**

- Configuráveis por qualquer pessoa, uma vez que requerem poucos conhecimentos técnicos;
- Geralmente admitem associação de um som gravado, de curta duração (cerca de 30 segundos) a cada célula.

## **Desvantagens**

- Número limitado de escolhas, admitindo geralmente até seis quadros de comunicação;
- Implicam a mudança de quadro de comunicação sempre que é necessário mobilizar símbolos que não existam no quadro ativo;
- Podem ser pesados ou ter grandes dimensões, o que dificulta a portabilidade;
- Necessitam de pilhas.

### **2.5.3. Aplicações informáticas para a comunicação**

A utilização de dispositivos computacionais para a mobilização da CAA implica a existência de software que gere os mesmos e os coloque disponíveis num ecrã e, seja na mesma aplicação ou noutra separada, proporcione a interação com os mesmos e o seu produto, geralmente áudio ou vídeo.

Existem ainda aplicações que permitem a conexão com outros dispositivos de que são exemplo os de domótica. Na tabela anterior indicamos algum deste software, o qual, é caracterizado relativamente às suas características comerciais ou livres.

## **Vantagens e desvantagens**

No capítulo seguinte abordaremos com mais pormenor as características, vantagens e desvantagens do software livre e comercial, pelo que regressaremos à temática das aplicações para CAA nessa parte da nossa dissertação.




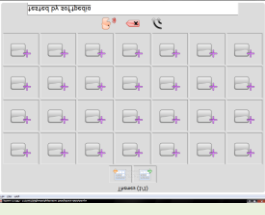
Software livre		Software comercial	
	Amplisoft		Boardmaker com Speaking Dynamically Pro
	Arasaac		Comunicar com Símbolos
	LetMeTalk		Grid 3
	Picto-selector		Vox4All
	Picto4Me		
	Plaphoons		
	pVoice		
	MagicContact		

Tabela 2 - Software livre e comercial para CAA

## 2.5.4. Dispositivos de acesso

O acesso às funcionalidades de CAA pode ser condicionado pelas limitações de manipulação dos dispositivos, causadas por limitações neuromusculares ou inexistência de membros funcionais para os ativar.

Existe um conjunto diversificado de auxiliares de interação, denominados dispositivos de acesso, que servem de intermediário entre o utilizador e o dispositivo principal, através do qual este pode enviar ou receber estímulos que são convertidos em ações ou conteúdos audiovisuais.

A maioria dos dispositivos de acesso possui conectores universais, sendo os mais comuns os conectores USB, por infravermelhos ou ficha de 3,5 mm.

### Manípulos

Os manípulos são interfaces que funcionam geralmente como ativadores de funcionalidades noutros dispositivos.



Imagem 8 - Exemplo de manípulo de pressão<sup>14</sup>

Há modelos ainda são fabricados com terminais do tipo ficha de 3,5 mm, a fim de serem compatíveis com interfaces mais antigas. Devido à cada vez maior utilização com computadores ou *tablets*, necessitam de um adaptador do tipo “*improman*”, o qual converte o impulso elétrico para uma ficha USB.

Estes manípulos são particularmente eficazes quando o acesso aos sistemas de CAA se faz através de varrimento<sup>15</sup> de células, apesar de poderem ser também utilizados como sistemas de ativação de alarme ou como interruptores.

### Vantagens

---

<sup>14</sup> Manípulo de pressão Jelly Bean Switch Ablenet, adquirível, por exemplo, em <https://www.megaserafim.pt/loja/manipulos/243-manipulo-jelly-bean-switch-ablenet-4-cores.html>. Consultado em 24 de março de 2020.

<sup>15</sup> O varrimento de células consiste na ativação sequencial de células num quadro de comunicação ou num teclado virtual, por exemplo, em que durante um período um determinado símbolo se encontra ativa. Caso o sistema detete que existiu uma ativação, esse símbolo é mobilizado de acordo com a programação que lhe está atribuída: escrita de letra ou símbolo, emissão de um registo sonoro, ativação de um dispositivo de domótica, entre outras.

- Existe uma grande variedade de manípulos, com diversos graus de sensibilidade e formas, o que permite ajustá-los às especificidades dos utilizadores;
- Possuem geralmente sistemas de fixação padronizados, para mais fácil utilização em conjunto com outros dispositivos de acessibilidade;
- Não necessitam de alimentação elétrica.

### **Desvantagens**

- Os terminais de ficha de 3,5 mm, bastante comuns, estão presentemente obsoletos, tendo sido substituídos por fichas USB. Necessitam de um dispositivo de conversão para ligação a computadores ou outros dispositivos eletrónicos<sup>16</sup>;
- Recorrem a pressão causada por uma parte do corpo do utilizador. Caso este possua grandes limitações na capacidade de pressão ou movimentos não controlados, a sua utilização pode ser problemática;
- A sua ligação por cabo limita a distância a que o utilizador se pode posicionar relativamente ao sistema de CAA.

### **Joysticks**

O termo joystick está geralmente associado a jogos eletrónicos, mas na sua génese esteve a necessidade de controlar aviões através de uma interface mais intuitiva, substituindo aquelas que até à altura se assemelhavam às de volantes de automóveis.

Os joysticks utilizados como dispositivos de acesso permitem fazer deslocar um apontador em duas dimensões e podem possuir mais que um botão para acionar eventos diversos.

As aplicações informáticas para a comunicação admitem geralmente o uso do rato enquanto dispositivo de seleção e ativação de células, pelo que este pode ser substituído pelo joystick para produzir os mesmos efeitos.

---

<sup>16</sup> Existem presentemente manípulos que recorrem a tecnologia Bluetooth, e que permitem ultrapassar esta desvantagem.



Imagem 9 - Exemplo de joystick<sup>17</sup>

Este tipo de software permite ainda, geralmente, associar distintos botões a diversas ações, as quais podem ser programas nas interfaces respetivas.

Algumas tipologias de utilizadores beneficiam da utilização destes dispositivos em detrimento de ecrãs tácteis ou de ratos, uma vez que a sua mobilidade dos membros superiores, ou do queixo, por exemplo, é mais adequada para esta mobilização.

### **Vantagens**

- Podem ser fixados com auxílio de braços articulados, que contribuem para uma maior estabilidade na manipulação;
- Caso o utilizador possua limitações na motricidade fina que o impeçam de utilizar um rato convencional, os joysticks constituem uma boa alternativa;
- Alguns modelos possuem um número considerável de botões, aos quais podem ser associadas determinadas ações.

### **Desvantagens**

- São ativados por movimentos finos pelo utilizador. Caso este possua grandes limitações na gestão de movimentos não controlados, a sua utilização pode ser problemática;
- A sua ligação limita a distância a que o utilizador se pode posicionar relativamente ao sistema de CAA.

### **Teclados virtuais**

---

<sup>17</sup> Joystick Optimax Pretorian Technologies, adquirível, por exemplo, a partir de <https://www.megaserafim.pt/loja/alternativa-ao-rato/296-joystick-optimax-pretorian-technologies.html>. Consultado em 24 de março de 2020.

Os teclados virtuais fazem parte dos constituintes de base de praticamente todos os sistemas operativos, e permitem substituir a ação de teclas físicas por outras desenhadas no ecrã.

O software que os gera deteta quais as áreas do ecrã que estão a ser ativadas por exemplo por um rato, joystick ou dispositivo análogo, e informam o núcleo do sistema do código a que corresponde cada “tecla” premida.

Sendo assim, qualquer utilizador impedido de aceder com relativa destreza a um teclado físico simular a utilização das funcionalidades do mesmo recorrendo a outros dispositivos de entrada.



Windows



Mac OS



Linux Mint

Imagem 10 - Teclados virtuais em Windows, Mac OS e Linux Mint

Os teclados virtuais podem ser utilizados nos sistemas de CAA para a interação com aplicações que deles venham a beneficiar, dependendo das capacidades cognitivas dos seus utilizadores.

### Vantagens

- Integram o conjunto de aplicações de base da maioria dos sistemas operativos, pelo que estão disponíveis em qualquer sistema informático que proporcione conteúdos de CAA;
- São configuráveis relativamente ao tamanho, cor das teclas virtuais e posição no ecrã;
- Permitem ser ativados por varrimento, sendo passíveis de programação relativamente ao tempo em que cada célula está ativada.

### Desvantagens

- Podem ocupar uma área considerável dos ecrãs, reduzindo a funcionalidade das aplicações de CAA;
- Quando utilizados no modo de varrimento tornam o acesso lento, uma vez que é necessário esperar até que determinada célula esteja ativa;

- São pouco flexíveis em termos de configuração, uma vez que não permitem a utilização por apenas alguns conjuntos de células.

### **Acesso pelos movimentos da cabeça**

Os ponteiros de cabeça (*head mouse*) são constituídos por um sensor que se encontra fixo numa determinada base e por um refletor que é fixado na cabeça do utilizador.

O software faz a leitura dos movimentos da cabeça e converte-os para os movimentos bidimensionais de um rato. Através destes movimentos faz-se a seleção das células, as quais são ativados pós este “ponteiro” se deter nas mesmas durante um determinado período.



Imagem 11 - Exemplo de ponteiro de cabeça (*head mouse*)<sup>18</sup>

Existe software que não requer a utilização de refletores, utilizando apenas a *webcam* como sensor dos movimentos. É, no entanto, menos precisa a utilização com este recurso.

Os utilizadores com residual ou nula mobilização dos membros, assim como os que possuem uma agitação motora de tal modo significativa que não permita a utilização de um joystick podem, caso tenham controlo sobre a cabeça, utilizar por esta via sistemas de CAA.

### **Vantagens**

- São uma boa solução para utilizadores que apenas mobilizam esta parte do corpo;
- São independentes do movimento dos olhos, o que facilita o ajustamento da posição da cabeça para a ativação de células.

---

<sup>18</sup> Imagem retirada de <http://calstate2012.blogspot.com/2012/04/journal-8-adaptive-technology.html>. Acedido em 25 de março de 2020.

- Existe algum software livre que pode ser usado para implementar esta funcionalidade, reduzindo assim os custos de implementação<sup>19</sup>.

### **Desvantagens**

- Podem tornar-se imprecisos caso o utilizador possua um menor controle da cabeça, ou em situações de fadiga muscular;
- Podem implicar a colocação de uma banda ou outro tipo de fixação na cabeça, a qual se pode tornar incómoda.

### **Acesso pelo olhar**

O acesso pelo olhar constitui outra das possibilidades de ativação de sistemas de CAA. Através do movimento das pupilas, geralmente detetado pela utilização de sistemas de raios infravermelhos, é possível interpretar a intencionalidade dos utilizadores relativamente ao movimento do ponteiro no ecrã.



Imagem 12 - Exemplo de sistema de deteção do movimento das pupilas para ativação de sistemas de CAA<sup>20</sup>

Em alternativa aos sistemas que detetam o movimento da cabeça, a deteção do movimento das pupilas é independente desses movimentos, o que pode permitir a utilizadores com que não possuem a capacidade de orientar de forma controlada a cabeça utilizar também sistemas de CAA.

### **Vantagens**

- Não depende dos movimentos da cabeça, a qual pode estar imobilizada ou

---

<sup>19</sup> Por exemplo o Camera Mouse, disponível em <http://www.cameramouse.org/>. Consultado em 26 de maio de 2020.

<sup>20</sup> Sistema MagicEye, cujas características podem ser consultadas em <http://www.magickey.ipg.pt/magiceye.html>. Acedido em 25 de março de 2020.

com movimentos menos controlados;

- O software consegue interpretar a intencionalidade do olhar, após algum treino, e dar instruções ao computador para que o ponteiro do rato se desloque com relativa precisão;
- Existe algum software livre que pode ser usado para implementar esta funcionalidade, reduzindo assim os custos de implementação<sup>21</sup>.

### **Desvantagens**

- Pode ser difícil de implementar em ambientes com muita luz ou com luzes que incidem diretamente na pupila;
- Requer um bom controlo do movimento ocular, o qual pode ser problemático em casos de nistagmo.

Os dispositivos de acesso assumem várias formas e viabilizam a ativação de sistemas de acordo com as capacidades ou funcionalidades dos utilizadores.

## **Resumo**

Conforme pudemos verificar, comunicar de forma diferente é essencial para nos podermos expressar ou fazer entender quando existem limitações à utilização de métodos mais convencionais.

Quando subsistem condicionantes derivados de causas psicológicas, orgânicas ou funcionais, estas podem ser ultrapassadas caso se recorra a comunicação aumentativa ou alternativa. Neste capítulo abordámos esta temática, referindo o que se entende por estas últimas e descrevemos as características de sistemas de comunicação que podem funcionar com ou sem ajuda.

Descrevemos nalguns destes sistemas, quais os seus destinatários e as vantagens da utilização para implementar a comunicação aumentativa ou alternativa, não esquecendo dispositivos que podem contribuir para uma implementação mais eficaz das mesmas.

No próximo capítulo focaremos a nossa atenção no software livre e em dispositivos de baixo custo, os quais serão essenciais para a materialização do nosso comunicador.

---

<sup>21</sup> Por exemplo o Precision Gaze Mouse, disponível em <https://precisiongazemouse.org/>. Consultado em 26 de maio de 2020.

**Capítulo III.**  
**Software Livre e Dispositivos de Baixo Custo**

## Introdução

O software livre e os dispositivos de baixo custo constituirão o fulcro do presente capítulo.

A comunicação faz-se através de um ou mais meios, os quais podem ser viabilizados de diversos modos. Os recursos digitais, quando utilizados de forma generalizada pela humanidade, constituem uma prática relativamente recente e propiciam práticas comunicacionais que sofrem mutações rápidas nas nossas sociedades.

A comunicação com recursos digitais pode socorrer-se de ferramentas gratuitas e utilizar dispositivos de baixo custo, contribuindo para uma mais generalizada apropriação destas práticas, como veremos seguidamente.

### 3. Comunicar com recursos digitais

Comunicar com recursos digitais constitui um evento recente na história dos processos de comunicação humana.

Enquanto construção tecnológica, podemos afirmar que está a dar os primeiros passos, tal a velocidade com que novos dispositivos e novos conteúdos são criados. Como processo de interação social, é velozmente reconstruído por atores cada vez mais diversos do ponto de vista cultural, mais heterogéneos relativamente aos públicos a que se destina, e mais acessível conforme cada vez maior número de utilizadores se junta à grande família humana, sempre conectada e contactável. Do ponto de vista da criação cultural, assistimos a uma cada vez maior mobilização de artefactos que são incorporados nos produtos, em que a imagem, o som e a mecatrónica, entre outros, contribuem para uma transição destes de estáticos para dinâmicos.

Os recursos digitais estão cada vez mais acessíveis, acompanhando a transição das sociedades, que passam de núcleos geográfica e culturalmente distintos para uma aldeia global, na verdadeira acepção de McLuhan, o qual afirmou que as tecnologias baseadas na electrónica tendem a encurtar distâncias e o progresso das mesmas tende a reduzir o nosso planeta a uma gigantesca aldeia, em que todos estão ligados.

McLuhan (2000) defendeu, de forma diversa relativamente a outros pensadores, que o meio é um fator determinante para uma eficaz construção da mensagem, e não simplesmente uma via neutra por esta esta passa.

Para Pombo (1994, pp. 1-2),

*“o meio tende a ser definido como transparente, inócuo, incapaz de determinar positivamente os conteúdos comunicativos que veicula. A sua única incidência no processo comunicativo seria negativa, causa possível de ruído ou obstrução na*

*veiculação da mensagem. Pelo contrário, McLuhan chama a atenção para o facto de uma mensagem proferida oralmente ou por escrito, transmitida pela rádio ou pela televisão, pôr em jogo, em cada caso, diferentes estruturas perceptivas, desencadear diferentes mecanismos de compreensão, ganhar diferentes contornos e tonalidades, em limite, adquirir diferentes significados”.*

Parece poder afirmar-se os recursos digitais com que comunicamos fazem também parte da mensagem que pretendemos transmitir ou que processamos, condicionando a sua eficácia e ao mesmo tempo enriquecendo os seus conteúdos. Quanto mais diversas as suas componentes e mais ricos os estímulos que propicia, maiores as virtualidades comunicacionais destes recursos.

Possuímos presentemente recursos que uma extensão das nossas capacidades corpóreas durante o processo comunicacional. Podemos ouvir e ver os nossos interlocutores, mesmo que eles estejam no lado oposto do globo ou separados entre si por distâncias incomensuráveis, podemos enviar e receber informação gráfica que antigamente nos chegava na volta do correio, somos capazes de pesquisar e aceder a dados de múltiplas origens para colocar ao dispor da nossa partilha de ideias e factos. Deixamos de ser a soma do nosso saber e dos recursos que possuímos nos nossos lares ou locais de trabalho para sermos a soma de nós e de tudo a que podemos aceder recorrendo a um vasto acervo digital.

Todos os recursos digitais possuem, de alguma forma, um centro de comando e um conjunto de instruções que define as suas funcionalidades. Desde os mais simples aos mais complexos, é necessário ter a capacidade de interpretar os impulsos digitais que lhes são fornecidos (ou que gera no momento a partir de fontes analógicas) e de os converter em estímulos que vão ser percecionados por quem por eles é afetado. Se bem que este processo se efetue em diversos níveis, desde o mais básico ao mais estruturado, existem diversas camadas de abstração que podemos encontrar de forma generalizada em equipamentos digitais:

- Camada básica, constituída por transístores, tensão e corrente elétrica;
- Camada de portas lógicas, com estruturas mais complexas formadas por transístores;
- Camada de registadores e unidades lógicas aritméticas;
- Camada de comandos de linguagens de programação e controlo de sistema operativo;
- Camada de funções de bibliotecas e programação;
- Camada de funcionamento de programas (software).

É sobre as características de duas categorias de software que nos iremos centrar de seguida, procurando distinguir algumas das que se referem ao software livre e ao software comercial.

### 3.1. Software livre versus software comercial

Nos anos 60 do século passado uma equipa de programadores dos laboratórios Bell, nos Estados Unidos da América, não estava satisfeita com os sistemas operativos, nem tão pouco com as linguagens de programação que existiam. Trata-se de uma década em que se assistiu a uma rápida adoção da utilização de sistemas informáticos a nível empresarial e académico, onde se procurava tirar partido da forma mais eficiente possível dos equipamentos que, por serem bastante onerosos, tinham toda a vantagem em ser explorados no limite das suas capacidades estruturais e produtivas.

Tais motivos desencadearam a criação de uma nova linguagem de programação que se designou linguagem B <sup>22</sup>, maioritariamente um trabalho de Ken Thompson com contribuições de Dennis Ritchie, construindo-se a partir desta um novo sistema operativo - o UNIX. A linguagem C foi escrita por Dennis Ritchie, com base na B e passou a ser usada naquele sistema operativo.

Este sistema tinha como principais características a versatilidade, a robustez, a segurança e a economia de recursos. Foi muito bem aceite e continuou a ser desenvolvido e atualizado até aos dias de hoje, continuando a ser largamente utilizado.



Imagem 13 - Ken Thompson e Dennis Ritchie num computador PDP-11, em 1972, usando UNIX<sup>23</sup>

O UNIX era inicialmente usado apenas no meio científico e académico, onde nasceu. As primeiras versões deste sistema foram utilizadas exclusivamente para uso interno da AT&T, divisão telefónica dos laboratórios Bell.

---

<sup>22</sup> Que por seu turno consistia numa simplificação da linguagem BCPL.

<sup>23</sup> Imagem retirada de <https://hightechhistory.wordpress.com/2011/10/24/the-late-dennis-macalstair-ritchie-innovator-of-the-%e2%80%9c%e2%80%9d-programming-language-and-the-unix-operating-system-an-appreciation/>. Acedido em 28 de maio de 2020.

Durante algum tempo, a AT&T licenciou o UNIX sob a forma de código-fonte<sup>24</sup>, o que permitia a todos os utilizadores o livre acesso a todos os programas e utilitários desse sistema. Devido ao livre acesso do seu código-fonte foi possível a várias pessoas com sólidos conhecimentos de programação, desenvolver várias extensões do UNIX, corrigindo os seus pontos mais fracos e criando utilitários e/ou ferramentas.

Uma das entidades que mais se destacou neste campo foi a Universidade da Califórnia em Berkeley, também nos Estados Unidos da América. As contribuições dadas pelos membros desta academia foram tão preponderantes no melhoramento do sistema, que acabaram por dar origem a uma variante de UNIX, designada BSD. Uma outra entidade, igualmente importante, o Instituto Tecnológico do Massachusetts, veio dar um contributo de vital importância: o nascimento do sistema de janelas X.

Com o tempo e devido às suas qualidades e variantes, o sistema UNIX, começou a ser utilizado por empresas e também por sistemas militares.

Em consequência disto, a AT&T começou a restringir a licença de utilização do sistema operativo e impossibilitou o facto de se obter o código-fonte, sendo este então comercializado a preços só viáveis a instituições e empresas. Tal situação resultou em desilusão para os utilizadores originais, que tanto contribuíram para o desenvolvimento e expansão do sistema em questão.

### **3.1.1. A Free Software Foundation e a licença GPL**

À medida que o UNIX se foi tornando mais rentável a nível financeiro, ou seja, mais comercial, mais fechado se tornava ao acesso do código-fonte. A frustração e a desilusão dos utilizadores foi aumentando e foi de tal ordem, que no início dos anos 80 se criou uma fundação, a Free Software Foundation, frequentemente referida como FSF, com o objetivo de desenvolver e proteger o software livre.

Esta fundação tinha como fator primordial a construção de um ambiente de trabalho onde imperava exclusivamente o software livre, renascendo desta forma o espírito inicial da comunidade de utilizadores de UNIX.

Para proteger legalmente o software livre, foi criada uma licença com o acrónimo GPL, que deriva de General Public Licence. Esta licença atribui a qualquer pessoa o direito de copiar, redistribuir e modificar todo o software por ela abrangido. Todavia, existem três condições que gerem e protegem o software abrangido pela GPL:

---

<sup>24</sup> Código-fonte, é o conjunto de palavras escritas de forma ordenada, contendo instruções (linhas de comando) realizado numa das linguagens de programação, obedecendo a critérios de execução.

- O Software livre pode ser distribuído e comercializado por qualquer pessoa, mas o distribuidor deve sempre avisar o utilizador dos termos da GPL;
- Qualquer pacote de software derivado de software protegido pela GPL também tem de estar abrangido pela mesma;
- O código-fonte de todo o software protegido pela GPL tem de estar acessível publicamente, ou seja, deve ser acautelado o acesso a todos os utilizadores do conteúdo do código ou prestada a informação de como estes podem ter acesso ao mesmo.

Os membros da FST continuaram a trabalhar na criação e desenvolvimento de um modelo para um novo sistema operativo, com base no UNIX e assim nasceu o sistema GNU, que significa GNU is Not UNIX.

Em 1984 Richard Stallman funda a GNU, tendo em vista o desenvolvimento de um sistema operativo completo e livre, idêntico ao UNIX. Basicamente, este era também o objetivo de Linus Torvalds, um estudante da Universidade de Helsínquia, quando em 1990, lançou o LINUX (mistura de *Linus* com UNIX).

Linus Torvalds desenvolveu apenas o núcleo do sistema operativo para computadores pessoais, o *kernel*<sup>25</sup>, inspirado no sistema Minix. Assim que teve uma versão mais estável, apesar de ainda ser um sistema experimental, tornou-o público na World Wide Web<sup>26</sup> (WWW) para que todos dele pudessem usufruir livremente. Rapidamente houve um conjunto de utilizadores e programadores, mormente os programadores da GNU, que adotaram o novo sistema, testaram-no e desenvolveram-no.

Torvalds recebeu os diversos contributos, compilou-os e conjugou-os com as suas próprias alterações, dando origem a novas versões. Resultou daí a primeira versão oficial do LINUX e formou-se uma nova comunidade que através da WWW permite interagir, apoiar e desenvolver LINUX, um sistema operativo inovador, pois possui um conjunto de funcionalidades extremamente sofisticado e é disponibilizado sob a forma de software livre.

É este sistema operativo e um conjunto de aplicações nele suportadas que iremos utilizar para desenvolver o nosso comunicador.

### **3.1.2. Software livre**

Um software é considerado livre quando atende aos quatro tipos de liberdade definidos pela Free Software Foundation:

---

<sup>25</sup> O kernel é um componente central dos sistemas operativos, o qual faz a ponte entre as aplicações e o processamento de dados efetuado a nível do hardware. Gere ainda os recursos do sistema.

<sup>26</sup> A World Wide Web, também muitas vezes referida como WWW, designa um sistema de documentos em hipermédia que são interligados e executados na Internet.

- A liberdade para executar o programa, para qualquer propósito;
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e poder adaptá-lo para as necessidades do utilizador. O acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade;
- A liberdade de redistribuir cópias do software;
- A liberdade de modificar o software e tornar públicos estas modificações, de modo que toda a comunidade delas beneficie. Também aqui o acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

O software livre é também conhecido por software de código aberto.

Existem outros tipos de software, que podem ser agrupados nas seguintes categorias:

**Comercial** – Todo o software que é adquirido pelos utilizadores ou pelas organizações, em que as fontes destes programas são propriedade das empresas que os conceberam, é considerado comercial. Não é permitida a cópia, sob pena de se cometer um crime de pirataria informática.

**Shareware** – Este tipo de software pode ser distribuído livremente, tendo como principal objetivo poder ser testado por um determinado período pelos utilizadores, os quais posteriormente podem vir a adquiri-lo. O custo de registo é geralmente menos dispendioso do que o software comercial.

**Gratuito** – Trata-se de software de utilização livre e não onerosa. Todavia, o utilizador não tem acesso ao seu código-fonte, continuando este a ser propriedade da empresa que o criou.

### 3.2. O Sistema Operativo Linux

Quando usamos o termo Linux estamos a referir-nos a um sistema operativo que utiliza o *kernel* (ou núcleo) Linux. O seu código-fonte está disponível ao abrigo da licença GPL, a fim de qualquer pessoa o poder utilizar, estudar, modificar e distribuir livremente.

Uma distribuição Linux consiste na junção de um sistema operativo baseado no *kernel* Linux com um gestor de pacotes que permite a instalação e desinstalação de aplicações, as quais também integram essa distribuição, e ainda num repositório (local de alojamento) dessas aplicações. A maior parte das distribuições disponibiliza ainda um gestor de janelas e um ambiente de trabalho. Presentemente estão disponíveis mais de 600 distribuições<sup>27</sup>, as quais são usadas em servidores, computadores pessoais, telemóveis e tablets.

---

<sup>27</sup> Consulte-se, por exemplo, o sítio LWN Distribution List, em <https://lwn.net/Distributions/>. Acedido em 23 de junho de 2020.

Até ao início dos anos 90 do século passado os utilizadores de computadores pessoais estavam fortemente condicionados na escolha de sistemas operativos gratuitos, uma vez que o Microsoft Windows e o Mac OS eram instalados de raiz em praticamente todos os computadores que eram comercializados. Apenas um reduzido número de entusiastas tentava encontrar alternativas, geralmente movidos por sentimentos de recusa da imposição da utilização daqueles sistemas, mais do que propriamente por questões financeiras, uma vez que no valor do equipamento se refletia também o custo do sistema operativo.

Estes entusiastas estavam geralmente ligados ao mundo académico ou empresarial, contactando com servidores que utilizavam sistemas operativos como o UNIX, e que procuravam obter as vantagens de estabilidade e funcionalidade que estes ofereciam. A instalação destes sistemas em computadores pessoais era geralmente morosa e complexa, visto ser necessário descarregar e configurar os diversos componentes anteriormente descritos. As distribuições surgiram como uma resposta funcional, visto agregarem o kernel, as aplicações, o gestor, as aplicações, o sistema de janelas, o ambiente de trabalho e o acesso ao repositório.

Presentemente é muito fácil usar estas distribuições e até testá-las sem efetuar qualquer alteração nos computadores, recorrendo à funcionalidade 'live', a qual consiste na utilização de uma pen usb para aceder ao sistema operativo<sup>28</sup>. Outra modalidade de teste pode ser efetuada no browser, acedendo ao sítio distrotest.net<sup>29</sup> ou ainda recorrer a uma instalação numa máquina virtual<sup>30</sup>.

O sítio DistroWatch.com<sup>31</sup> é um excelente repositório de informação acerca de distribuições Linux e dos locais onde podem ser descarregadas. Este sítio agrega informação acerca de um grande número de distribuições e das versões mais atualizadas das mesmas, sendo um local de referência para consulta acerca dos constituintes de cada uma, os quais podem ser relevantes quando há que encontrar compatibilidade com determinado tipo de hardware. A compatibilidade das distribuições é também aferida face aos dispositivos onde podem ser instaladas e às características técnicas dos mesmos. Existem, entre outras, distribuições para telemóveis, computadores pessoais, microcomputadores, tablets, relógios e dispositivos de rede (routers).

Uma vez que optámos por desenvolver o nosso comunicador a partir de um microcomputador denominado Raspberry Pi, a distribuição de que este se vai servir para implementar as funcionalidades que buscamos deverá ter sido especificamente desenvolvida para as suas características técnicas.

---

<sup>28</sup> Veja por exemplo aqui como fazer: <https://www.raymond.cc/blog/lili-the-pretty-and-easy-to-use-linux-live-usb-creator/>. Acedido em 3 de junho de 2020.

<sup>29</sup> <https://distrotest.net/>. Acedido em 3 de junho de 2020.

<sup>30</sup> Neste sítio pode ser encontrado um guião: <https://itsfoss.com/install-linux-in-virtualbox/>. Acedido em 3 de junho de 2020.

<sup>31</sup> <https://distrowatch.com/>. Acedido em 3 de junho de 2020.

No sítio [fossmint.com](https://www.fossmint.com)<sup>32</sup> pode ser encontrado um artigo que refere 20 sistemas operativos que podem ser executados neste microcomputador. Entre estas, o Raspbian surge em primeiro lugar, tendo sido também eleita por nós para a sua materialização, pelo facto de ser estável, frequentemente atualizada e possuir as funcionalidades que julgamos serem essenciais para que o projeto resulte.

### 3.3. Dispositivos de baixo custo

Do ponto de vista formal é praticamente impossível caracterizar, enunciando um valor específico, em que consiste um dispositivo computacional de baixo custo. Caso optemos por anuir em que presentemente um computador portátil, ainda que de baixo desempenho, pode ser adquirido por cerca de 350 euros, e que um tablet, também este de baixo desempenho, pode ser encontrado no mercado por cerca de 100 euros<sup>33</sup>, um dispositivo computacional de baixo custo deverá ter como referência estes valores.

As características técnicas de um dispositivo computacional de baixo custo não podem também ser ignoradas. No âmbito do nosso estudo algumas funcionalidades são impreteríveis, conforme é referido mais à frente. Não possuir estas funcionalidades fará com que esse equipamento não se adegue aos objetivos que pretendemos alcançar.

Um fácil acesso em termos de aquisição constituiu também um fator que valorizamos. Existem dispositivos que somente estão disponíveis para aquisição em quantidades mínimas, por vezes de centenas de exemplares, o que os torna inacessíveis para experimentação em que basta um para verificar a sua adequabilidade.

#### **3.3.1. Alguns fatores a ter em conta**

Um comunicador deverá ter a portabilidade entre as suas características mais relevantes. Não faz sentido recorrer a um dispositivo que medeia a comunicação se esta não se puder efetuar nos mais variados contextos físicos, caso o seu utilizador possua a capacidade de movimentar. Mesmo em situações em que o utilizador se encontra imobilizado, será preferível que um comunicador possua dimensões reduzidas a fim de ser facilmente colocado em suportes diversos e passíveis de adequação aos constrangimentos materiais do seu suporte corporal.

A portabilidade tem também a ver com as dimensões adequadas para que o

---

<sup>32</sup> <https://www.fossmint.com/operating-systems-for-raspberry-pi/>, acedido em 3 de junho de 2020

<sup>33</sup> À data existem dispositivos com preços ainda inferiores. No entanto as suas limitações em termos de componentes, especificações e performance fazem com que sejam praticamente inúteis para uma utilização consistente.

dispositivo seja adequado ao seu propósito. Não faz também sentido que este seja de tal forma minúsculo que não permita uma correta interação com o utilizador, pelo que pelo menos no nosso caso, o ecrã, os botões e a estrutura que aloja os componentes (a “caixa”) não permitam que se efetue uma eficaz manipulação e transporte do comunicador.

O consumo de energia do sistema é outro fator que deve ser considerado. A portabilidade e a manipulação em ambientes diversificados implicam que não seja obrigatório o fornecimento de energia a partir de uma conexão permanente a uma tomada, pelo que a opção por uma bateria se tornou um fator essencial no nosso projeto.

Peso e capacidade de baterias são duas características que geralmente têm uma correspondência direta. A possibilidade de efetuar carregamentos em períodos mais espaços implica um aumento do peso do dispositivo em virtude de a capacidade da bateria ter que ser maior. O carregamento menos espaçado pode fazer reduzir o peso do dispositivo, mas influencia também a utilização portátil do mesmo.

A utilização de um ecrã faz aumentar o consumo de energia visto também este necessitar de ser alimentado preferencialmente pela mesma bateria que o microcomputador que constitui o cerne do dispositivo, e conseqüentemente influencia a capacidade da bateria a utilizar e por arrasto o peso que se vai fazer refletir no dispositivo.

### **3.3.2. Os microcomputadores de placa única**

Procurando congregar estes fatores num protótipo adequado aos fins a que se destina, a utilização de um microcomputador de placa única (*single board computer*) parece ser uma escolha óbvia. Os microcomputadores de placa única são caracterizados pelo facto de que todos os componentes necessários ao seu funcionamento estarem alojados numa única placa de circuito impresso, sendo geralmente usados em sistemas de controle, de medidas, de alarme e outros do mesmo tipo, ou seja, de utilização num contexto específico.



Imagem 14 - Exemplo de um microcomputador de placa única - O Raspberry Pi Zero<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Imagem retirada de <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7e/Raspberry-Pi-Zero-FL.jpg/220px-Raspberry-Pi-Zero-FL.jpg>. Acedido em 31 de julho de 2020.

Os microcomputadores de placa única assumiram na última década um protagonismo significativo entre as comunidades de desenvolvimento de dispositivos computacionais devido às suas dimensões geralmente reduzidas, ao facto de serem comercializados a baixo custo e serem frugais nas necessidades de consumo de energia.

Estiveram na génese de uma pequena revolução em termos de criatividade no desenvolvimento de processos de automação e foram especialmente bem acolhidos nos ambientes educacionais, sendo mobilizados no ensino de conceitos relacionais com as ciências da computação junto de estudantes do ensino básico e secundário.

Dois exemplos mais conhecidos de utilização deste tipo de microcomputadores em ambientes educacionais são o Arduino e o Micro Bit.

O microcomputador Arduino foi criado em 2005 por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, com o objetivo de estimular o desenvolvimento e controlo de sistemas interativos, de baixo custo e acessíveis. Entre as suas funcionalidades contam-se o envio e receção de informação de e para outros sistemas eletrónicos. Todo o sistema baseia-se numa filosofia de código aberto, em que o software, as bibliotecas de funcionalidades e o hardware podem ser concebidos e utilizados sem pagamento de direitos de autor.



Imagem 15 - Microcomputador Arduino<sup>35</sup>

Se bem que genericamente se refira o nome Arduino como referente a um produto, na verdade existem múltiplas variantes do mesmo microcomputador, cada uma com características ligeiramente diferentes, mas partilhando as mesmas características básicas:

- Uma fonte de alimentação que recebe energia de origem externa, filtra e converte a entrada em duas tensões reguladas e filtradas;
- Um núcleo CPU, responsável por efetuar as operações de computação;
- Funcionalidades e “portas” de entradas e saídas de dados;

---

<sup>35</sup> Imagem retirada de [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/17/Arduino\\_Diecimila.jpg/220px-Arduino\\_Diecimila.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/17/Arduino_Diecimila.jpg/220px-Arduino_Diecimila.jpg). Acedido em 31 de julho de 2020.

- Pinos com funções especiais, alguns dos quais dependentes de hardware específico embutido;
- Firmware – classe específica de software de computador que fornece controle de baixo nível para o hardware específico do dispositivo.

O Arduino pode ser utilizado, entre outras aplicações, nas áreas de impressão 3D, da robótica, da engenharia de transportes, da engenharia agronómica, da produção musical e, como já referimos, em ambientes escolares.

O microcomputador Micro Bit, também denominado BBC Micro Bit ou micro:bit, é um microcomputador de placa única que utiliza um processador ARM e foi criado pela BBC com o objetivo de contribuir para dotar os alunos dos ensinos básico e secundário do Reino Unido de conceitos básicos de computação e programação de computadores.

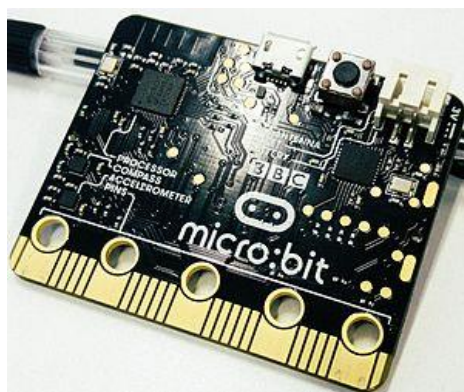


Imagem 16 - Microcomputador Micro Bit<sup>36</sup>

Começou a ser distribuído em 2016 e surge na continuação de outra iniciativa que ocorreu nos anos 80 do século passado no Reino Unido, em que o microcomputador BBC Micro, desenvolvido pela Acorn Computers para o programa BBC Computer Literacy Project, que procurava desenvolver as competências informáticas dos estudantes do Reino Unido.

Para programar o Micro Bit são disponibilizados dois ambientes: um para a linguagem de programação escrita e outro para a programação em blocos. A placa possui um conector micro USB para alimentação e transferência de dados a partir de outro microcomputador, um conector para alimentação por pilhas, um botão de reinicialização, dois botões de ação e um pequeno mostrador composto por 25 LEDs vermelhos organizados numa grelha de 5 por 5, que podem ser usados para mostrar texto ou imagens. Os contactos circulares dourados podem ser usados para conexão de periféricos externos, de que são exemplo sensores ou motores.

Este microcomputador possui um conjunto de sensores integrados: termómetro, luxímetro, magnetómetro e acelerómetro permitindo desde logo a sua utilização num vasto

---

<sup>36</sup> Imagem retirada de [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6f/BBC\\_Microbit.jpg/300px-BBC\\_Microbit.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6f/BBC_Microbit.jpg/300px-BBC_Microbit.jpg). Acedido em 31 de julho de 2020.

conjunto de atividades ou experiências sem necessidade de componentes adicionais. Podem também ser ligados auscultadores e uma interface Bluetooth permite a comunicação com tablets, smartphones e microcomputadores, ou entre vários Micro Bit.

Estes são apenas exemplos, que podem ser adquiridos facilmente em lojas nacionais, de uma gama significativa de dispositivos deste tipo, cada um possuindo ainda um número assinalável de variantes. No anexo I podem ser encontrados mais exemplos, com a enunciação de algumas características técnicas.

## Resumo

Refletimos acerca do facto de a comunicação se poder processar através de diversos meios, assumindo variados modos de expressão. A utilização de recursos digitais constitui uma prática relativamente recente no percurso das sociedades humanas e propicia práticas comunicacionais que sofrem mutações rápidas.

Conforme referimos, a comunicação com recursos digitais pode socorrer-se de ferramentas gratuitas e utilizar dispositivos de baixo custo, contribuindo para uma mais generalizada apropriação destes modos de interação.

Na segunda parte desta dissertação descreveremos a investigação empírica que efetuámos, aludindo à caracterização metodológica da mesma, aos resultados que obtivemos e às conclusões a que chegámos.

**PARTE II.  
INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA**

## **Capítulo IV. Metodologia do Projeto**

## Introdução

No presente capítulo descreveremos a problemática que escolhemos como cerne do nosso trabalho de projeto, o foco da investigação, as questões de partida e os objetivos geral e específicos que considerámos adequados para o materializar.

As opções e estratégias metodológicas serão também referidas, nomeadamente no que diz respeito ao tipo de investigação e de estudo, às fontes e instrumentos de dados, aos procedimentos e às técnicas de análise destes últimos.

## 4. Caracterização metodológica

A caracterização metodológica constitui um pilar essencial de qualquer processo de investigação, pelo facto de por um lado descrever quais as opções que estiveram na base da concretização do mesmo, e por outro validar os resultados obtidos através da observância de metodologias e práticas aceites pela comunidade científica como reveladoras de consistência estrutural e factual relativamente ao processo que foi implementado.

De seguida passamos a descrever de que forma consideramos ser possível caracterizar o nosso estudo.

### 4.1. Problemática

Comunicar está na essência do ser humano. É por esta via que nos singularizamos face aos nossos pares, e é pela manifestação da nossa personalidade, nos nossos sentimentos e da nossa vontade que nos integramos na sociedade.

Estar-se limitado neste processo é ser-se menos capaz de determinar o nosso percurso individual e de intervir nos desígnios comuns com os que nos rodeiam.

No nosso percurso profissional de dez anos enquanto coordenador de um Centro de Recursos TIC para a Educação Especial (CRTIC), cujas funções podem ser consultadas no Guia de Funcionamento dos Centros de Recursos TIC para a Educação Especial<sup>37</sup>, deparámo-nos amiúde com crianças que por estarem limitadas na sua funcionalidade comunicativa denotavam menores indicadores de inclusão nos estabelecimentos de ensino que frequentavam. Os docentes referiam que tinham maior dificuldade em interpretar as suas vontades e em determinar os patamares de aprendizagem em que se situavam, enquanto os

---

<sup>37</sup> Um Guia de Funcionamento dos Centros de Recursos TIC para a Educação Especial pode ser descarregado a partir de [https://dge.mec.pt/sites/default/files/guia\\_funcionamento\\_crtic\\_final\\_24set2015.pdf](https://dge.mec.pt/sites/default/files/guia_funcionamento_crtic_final_24set2015.pdf). Acedido em 30 de maio de 2020.

alunos denotavam frequentemente níveis consideráveis de frustração por não conseguirem ter sucesso na interação com os seus colegas e docentes.

Uma das funções dos CRTIC consiste na avaliação de alunos para efeito de atribuição de produtos de apoio<sup>38</sup>, os quais são qualquer produto, instrumento, equipamento ou sistema técnico usado por pessoa com deficiência, especialmente produzido ou disponível que previne, compensa, atenua ou neutraliza a limitação funcional ou de participação.

No caso das escolas, os produtos de apoio assumem uma vertente mais estrita, uma vez que estas se constituem como ambientes de aprendizagem. Passam a designar-se tecnologias de apoio à aprendizagem, ainda de acordo com aquele guia, e definem-se como dispositivos facilitadores que se destinam a melhorar a funcionalidade e a reduzir a incapacidade do aluno, tendo como impacto permitir o desempenho de atividades e a participação nos domínios da aprendizagem e da vida profissional e social.

Estas tecnologias podem ser agrupadas nas seguintes categorias, de acordo com o Guia referido anteriormente:

- Software livre
- Tecnologias móveis
- Tecnologias para a audição
- Tecnologias para a visão
- Tecnologias para acesso ao computador
- Tecnologias para a comunicação

Constitui também uma função dos CRTIC a prescrição destas tecnologias de apoio à aprendizagem, a qual é efetuada numa plataforma de âmbito nacional, que integra os ministérios da Educação, do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social e da Saúde, denominada Sistema de Atribuição de Produtos de Apoio.

Quando a prescrição é efetuada é necessário inserir o valor aproximado da tecnologia prescrita, o qual não constitui barreira à sua atribuição, uma vez que em termos globais os produtos de apoio são adquiridos e conferidos aos cidadãos a título gratuito pelo Estado Português.

Foi-nos possível constatar os elevados valores que são praticados pelas empresas que comercializam estes produtos, aos quais não serão estranhas razões que têm a ver com o eventual nicho de mercado, a origem extranacional da maioria dos produtos e ainda a percentagem de aquisições pelo estado, através daqueles ministérios.

Quando refletimos acerca da área que pretendíamos abordar no âmbito do nosso relatório de investigação, surgiu-nos a ideia de procurar explorar a possibilidade de criar um

---

<sup>38</sup> Consulte-se a Norma ISO 9999:2007, disponível a partir de <https://www.iso.org/standard/38894.html> e o Decreto-Lei n.º 93/2009, de 16 de abril, disponível a partir de <https://dre.pt/application/conteudo/603884>. Consultado em 12 de junho de 2020.

dispositivo de baixo custo que de alguma forma contribuísse para um acesso mais fácil e menos dispendioso à implementação de comunicação aumentativa ou alternativa.

Entre as várias alternativas, considerámos que o software livre poderia contribuir para este desiderato, uma vez que é de utilização gratuita, conforme vimos anteriormente, e um Raspberry Pi enquanto plataforma de hardware talvez pudesse ser usado, visto que nas suas mais recentes versões possui um processador com performance e capacidade de memória consideráveis, para além de ser relativamente barato comparativamente com outras alternativas, de que são exemplo tablets, telemóveis ou computadores portáteis.

Consideramos que o nosso tema é relevante uma vez que os comunicadores existentes possuem limitações quanto à flexibilidade, à portabilidade e ao custo de aquisição. Não existem também, nesta área, ofertas baseadas em software livre e dispositivos de baixo custo.

## 4.2. Foco da investigação

O foco da nossa investigação consiste na tentativa de atenuação de necessidades de comunicação por cidadãos que estão limitados no que diz respeito à mobilização de instrumentos de comunicação universais e da possibilidade de desenvolver soluções de baixo custo que lhes permitam uma mais eficaz produção nessa vertente.

## 4.3. Questões de partida

As nossas questões de partida são as seguintes:

- Que hardware utilizar para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa?
- Quais os recursos de software livre a que recorrer para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa?
- Que adequações materiais efetuar para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa?

## 4.4. Objetivos

No decorrer da nossa investigação verificámos que um microcomputador da gama Raspberry Pi se adequava aos propósitos da mesma, pelo que os objetivos que de seguida enunciamos refletem essa especificidade. Para uma melhor identificação do foco da nossa

dissertação, o título da mesma também identifica inequivocamente qual o dispositivo que está no cerne do nosso comunicador e que se enquadra na categoria de hardware.

#### **4.4.1. Objetivo geral**

O objetivo geral da nossa pesquisa é o seguinte:

- Descrever a criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi.

#### **4.4.2. Objetivos específicos**

Os nossos objetivos específicos são os seguintes:

- Descrever recursos materiais necessários para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi;
- Identificar recursos de software livre necessários para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a um Raspberry Pi;
- Implementar adequações materiais e de software num Raspberry Pi para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa.

### **4.5. Opções e estratégias metodológicas**

Conforme referem Quivy e Campenhoudt (1992, p. 41) “a melhor forma de começar um trabalho de investigação em ciências sociais consiste em esforçar-se por enunciar o projeto sob a forma de uma pergunta de partida”, a qual será a base dos posteriores desenvolvimentos da investigação. Referem ainda que para que a questão de partida possa desempenhar com sucesso essa função, deverá ser clara, precisa e unívoca, ser praticável e, portanto, realista e ainda ser pertinente.

No nosso caso, a pergunta de partida poderia ser formulada do seguinte modo: é possível criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi?

Por seu turno, a escolha dos instrumentos metodológicos relaciona-se diretamente com o âmbito do estudo, dependendo da natureza dos fenómenos e do objeto da pesquisa. Sendo assim, tanto métodos como técnicas deverão ser adequados ao problema a ser estudado, às hipóteses levantadas e ao tipo de fontes que são mobilizadas (Lakatos & Marconi, 2003).

Como pretendemos efetuar observações para compreender melhor o fenómeno em estudo, a sua componente empírica evidencia-se como um fator de base, a qual decorrerá na modalidade de investigação aplicável.

Não procurámos efetuar investigação pura, a qual visa descobrir factos novos para testar deduções feitas a partir de uma teoria. Não procurámos também efetuar investigação aplicada, em que se procuraria descobrir factos novos para testar deduções geradas a partir de uma teoria que pode ter aplicações práticas a médio prazo.

Procurámos antes focar-nos em torno de investigação aplicável, procurando descobrir factos novos que possibilitem a resolução de problemas práticos no curto prazo (Hill & Hill, 2005), de que é exemplo a criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi.

#### **4.5.1. Tipo de investigação**

Partindo do princípio que as nossas questões de partida estavam de acordo com os princípios referidos anteriormente, e tendo ainda em conta as características da investigação que pretendíamos efetuar, em que estas questões não foram elaboradas segundo a operacionalização de variáveis, esta radicou-se numa metodologia mista, na qual se efetuou uma abordagem qualitativa, que procurou compreender “o significado que os acontecimentos e interações têm para pessoas vulgares, em situações particulares” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 53) procurando investigar um evento na sua complexidade, e uma abordagem quantitativa, efetuada através da utilização de questionários, de onde foram extraídos dados, de seguida tratados estatisticamente (Carmo & Ferreira, 1998).

Existe alguma relutância no mundo académico relativamente à produção científica que recorre a abordagens mistas, preferindo alguns autores que esta se efetue exclusivamente de acordo com os paradigmas quantitativo ou qualitativo. No entanto nas áreas das ciências sociais tal reserva parece não fazer sentido.

Brannen (2007) defende que o objetivo destes processos é o de ajudar a compreender, no sentido mais lato do termo, não apenas o produto da recolha efetuada através de processos científicos, mas também dos procedimentos que lhes estão subjacentes. Uma estratégia baseada em diferentes metodologias poderá, para esta autora, ser considerada aceitável em determinados contextos de investigação.

A nossa investigação baseou-se num paradigma qualitativo, em que foi efetuada uma descrição do processo, o qual beneficiou de alguma flexibilidade, de acordo com o progresso que foi sendo alcançado. Foi também baseada num paradigma quantitativo, uma vez que recorreremos aos dados resultantes do inquérito por questionário que aplicámos, a fim de procurar descortinar nas perceções dos integrantes da nossa amostra o grau de viabilidade e adequação do comunicador às necessidades dos potenciais utilizadores.

#### **4.5.2. Tipo de estudo**

O tipo de investigação que elegemos, em que o objeto de estudo – a criação de um comunicador de baixo custo – poderá ser considerado relativamente inovador pelo facto de não conhecermos outras iniciativas semelhantes. Procurámos descrever o desenvolvimento deste produto tanto nas vertentes de hardware como de software, o que faz com que a área de análise de dados seja bastante restrita, pelo que consideramos que enquadra na tipologia de estudo de caso (Bogdan & Biklen, 1994).

O estudo de caso pode ser usado como etapa exploratória de fenómenos pouco investigados (Coutinho & Chaves, 2002), e Afonso considera que este tipo de estudos é adequado quando “se trata de estudar o que é particular, específico e único” (2006, p. 70). Yin defende outra abordagem: “como esforço de pesquisa, o estudo de caso contribui, de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenómenos individuais, organizacionais, sociais e políticos” (2001, p. 21).

Godoy (1995) descreve o estudo de caso como um tipo de investigação cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Visa assim o exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular.

Afonso (2006) considera que a especificidade das situações e das problemáticas envolvidas num caso implica uma perspetiva abrangente que não se cinge ao estabelecimento simplista de relações de causalidade linear. Refere-se ainda à incontornável ambiguidade da informação decorrente da complexidade das situações estudadas e ao pluralismo das abordagens feitas.

Procurou-se desta forma recorrer a uma metodologia exploratória, em que os dados recolhidos poderiam implicar a necessidade de fazer recair a nossa atenção sobre áreas até ao momento não consideradas, por força das dificuldades que fomos encontrando e dos desafios que nos foram sendo colocados pelo hardware e pelo software. Estes podiam ter a ver, por exemplo, com a constante atualização que o sistema operativo que escolhemos para a implementação do comunicador sofre, a qual podia alterar o modo como este é programado ou como disponibiliza os conteúdos audiovisuais.

#### **4.6. Fontes e instrumentos de recolha de dados**

Durante a realização de um trabalho empírico a informação pode ser recolhida de forma quantitativa, expressa em valores numéricos, e qualitativa, constituída por textos ou outras fontes deste teor (Afonso, 2006).

As respostas a inquérito por questionário a docentes de Educação Especial ou outros técnicos (terapeutas da fala, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, psicólogos...) que desenvolvam atividade com pessoas em que o processo de comunicação se encontra afetado inclui-se na primeira modalidade.

A pesquisa em documentos científicos e em sítios ou manuais técnicos que permitiram concretizar o nosso projeto, procurando efetuar com sucesso a ligação entre os diversos componentes, assim como o registo das dificuldades que foram encontradas e dos processos desencadeados para as ultrapassar, podem ser incluídos na segunda.

No caso da informação quantitativa, que resulta da medição de variáveis, os dados foram sujeitos a um tratamento estatístico, os quais resultam numa descrição e numa análise. Já no que diz respeito à análise e tratamento da informação qualitativa, não existiu um dispositivo predeterminado, pelo que os processos foram mais morosos, e eventualmente mais reflexivos e mais complexos.

No decorrer da nossa investigação, os instrumentos de recolha de dados consistiram na mobilização de um inquérito por questionário e na análise dos processos de criação do comunicador.

#### **4.6.1. Inquérito por questionário**

Os questionários compreendem a colocação de várias perguntas a um determinado número de pessoas relativas a aspetos que o investigador procurar conhecer. Considera Afonso (2006) que este tipo de instrumento é frequentemente utilizado em estudos de caso, quando se pretende indagar um elevado número de participantes num contexto específico como, por exemplo, os pertencentes a uma organização. As questões habitualmente encontram-se pré-codificadas de modo que os inquiridos obrigatoriamente escolham a suas respostas entre as que são formalmente propostas.

Ferreira, quando aborda a utilização do questionário na construção de dados sociológicos, refere que "toda a ação de pesquisa se traduz no ato de perguntar" (Ferreira, 2005, p. 165). Segundo esta autora, os questionários baseiam-se em três princípios: a sua aplicação efetua-se a unidades sociais, as unidades inquiridas são consideradas como equivalentes e os fenómenos sociais sobre os quais incidem existem independentemente das relações sociais que os determinam.

Uma das vantagens deste instrumento consiste no facto de permitir aceder a um número elevado de respondentes e assim obter-se uma multiplicidade de dados, estabelecendo várias análises de correlação.

No entanto, o seu uso pode levantar alguns problemas, na perspetiva de (Tuckman, 2000):

- Não permitirem análises profundas sobre os assuntos em estudo, dada a eventual superficialidade das respostas quando se recorre a perguntas fechadas e escalas curtas de resposta;
- A não cooperação dos inquiridos poderá levar a uma taxa de resposta baixa, a qual interferirá com a generalização dos resultados;
- As respostas dadas podem não corresponder ao que realmente pensam as pessoas, em virtude de uma inadequada formulação das questões.
- A informação recolhida pela técnica de questionário apenas corresponderá ao que as pessoas dizem ser o seu pensamento e não precisamente o que pensam.

Houve, portanto, que dar especial atenção a estes fatores, a fim de que os dados recolhidos se aproximassem o mais possível das perceções dos inquiridos.

Quando optámos por utilizar o inquérito por questionário como uma das técnicas de recolha de dados, tivemos presente o que enuncia Ferreira: “no momento presente, parece metodologicamente e epistemologicamente razoável afirmar que o uso sociológico do questionário deve ser feito em articulação com outras técnicas. O mesmo é igualmente razoável afirmar em relação a estas” (Ferreira, 2005, p. 165).

Este inquérito por questionário foi validado informalmente com recurso à colaboração de duas docentes de Educação Especial, com o intuito de procurar minimizar incorreções ou erros de formulação.

Os inquiridos foram, conforme já foi referido, docentes de Educação Especial e outros técnicos (terapeutas da fala, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, psicólogos...) que desenvolvem atividade com pessoas em que o processo de comunicação se encontra afetado. Estes foram contactados por correio eletrónico, sendo referido o âmbito da investigação assim como os seus objetivos e solicitando que preenchessem o questionário online cuja hiperligação se forneceu.

Visto este processo ter decorrido durante o pico da crise da pandemia Covid-19, em que o contacto proximal foi grandemente reduzido, não pudemos efetuar uma reunião presencial com os inquiridos para que estes pudessem manipular o comunicador. Em alternativa, optámos por realizar diversos vídeos, onde explicámos os nossos objetivos e as características do dispositivo, a fim de se tornarem mais óbvias as repostas às questões que colocámos no inquérito por questionário, colocando-nos também à disposição para responder, quer por videochamada quer por correio eletrónico, a dúvidas ou questões adicionais que os participantes desejassem colocar.

#### **4.6.2. Observação direta**

As práticas de observação direta constituem os únicos métodos de observação social, à exceção da investigação-ação, que captam os comportamentos no momento em que estes se produzem e em si mesmos, sem a mediação de documentos ou testemunhos (Quivy & Campenhoudt, 1992).

Os tipos de observação variam de acordo com o grau de envolvimento do observador, que pode ser não participante ou participante e com o grau de estruturação da observação, a qual poderá ser operacionalizada de forma estruturada, semiestruturada ou não estruturada.

No primeiro caso, considera-se o observador não afeta nem interage de forma intencional com o objeto em estudo.

As suas vantagens têm a ver com a não interferência com esse objeto, estando o mais próxima possível na natural decorrência do fenómeno. Também existem desvantagens, que consistem na eventual dificuldade em realizar a observação sem “contaminação” do objeto e na eventual dificuldade em aceder a dados que poderão ser relevantes no âmbito da investigação.

A observação participante efetua-se quando o observador se integra na situação a observar, podendo os níveis de participação variar desde a simples assistência até ação sobre o objeto de estudo.

Outras expressões são também usadas para descrever este método: "pesquisa de terreno", "trabalho de campo", "estudo de comunidade" ou "análise intensiva" (Costa, 2005).

Estes autores referem duas vantagens: a maior facilidade de obter informações sobre causas geradoras de comportamentos e uma eventual recolha de maior número de dados, comparativamente com a observação não participante.

As desvantagens consistem na dificuldade da análise dos dados e da formulação de conclusões, na possível perda de objetividade causada pelo aumento do nível de participação do investigador, e ainda na diminuição da naturalidade e rigor das situações em estudo causados pela presença do mesmo.

Quivy e Campenhoudt(1992)referem que no que diz respeito ao grau de estruturação, a observação estruturada exige que o investigador tenha de forma clara identificado o que pretende observar, tendo previamente estabelecido categorias que irão operacionalizar, de forma sistemática, os seus trabalhos.

Já na observação semiestruturada, apesar de também se determinarem previamente algumas categorias de observação, esta conduz-se de modo suficientemente flexível para que em qualquer momento possam ser admitidas novas categorias.

Na observação não estruturada, o investigador não possui categorias preestabelecidas, pelo que nesta atividade efetua uma atitude de simples observação para aquisição de dados que poderão contribuir expressivamente para o seu estudo.

Ainda para os estes autores, as vantagens da observação direta consistem na perceção dos comportamentos e dos acontecimentos quando são gerados, na recolha de comportamentos e atitudes espontâneas e na autenticidade relativa dos acontecimentos observados.

No âmbito da nossa observação, efetuámos observação não estruturada direta dos mecanismos e opções de materialização do nosso comunicador, assim como das fontes de informação que foram sendo mobilizadas, descrevendo-os e registando fotograficamente alguns momentos, a fim de poderem ser reproduzidos noutros contextos de investigação ou de adaptação a situações concretas com beneficiários do mesmo.

#### 4.7. Procedimentos

Qualquer investigação empírica obriga a procedimentos de recolha de dados, os quais resultam da informação proveniente de observações ou medidas dos valores de uma ou mais variáveis, por norma provenientes de uma ou mais entidades. No âmbito das ciências sociais estas entidades são geralmente designadas por “casos” de investigação (Hill & Hill, 2005).

Quando nos referimos ao total dos casos sobre os quais se pretende retirar conclusões, empregamos os termos ‘população’ ou ‘universo’.

Ainda segundo os mesmos autores, quando o investigador está temporal ou materialmente limitado para efetuar um estudo em que sejam tidos em conta todos os dados provenientes de cada um dos casos do universo, pode recorrer aos que têm origem numa parte desse universo, que se designa amostra, a qual, para possua qualidades de representatividade, deverá possuir características relevantes muito aproximadas às do universo.

Com o intuito de recolher as perceções de docentes de Educação Especial e outros técnicos (terapeutas da fala, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, psicólogos...) que desenvolvem atividade com pessoas em que o processo de comunicação se encontra afetado, e tendo em consideração que se trata de um estudo de caso, optámos por considerar que a amostra se poderia ater a estes profissionais que desempenham funções em Agrupamentos de Escolas do nosso concelho e dos quais conhecíamos endereço de correio eletrónico para contacto, tendo optado assim por uma amostragem de tipo intencional.

Considera-se que esta amostra poderá ser relevante e aceitável do ponto de vista da diversidade do universo em estudo, tendo em conta que estes profissionais, durante a sua carreira profissional, contactaram com cidadãos que mobilizavam ou poderiam ter necessidade de mobilizar sistemas de CAA, tendo provavelmente já manipulado os mesmos e / ou efetuado formação nesta área.

No que diz respeito à observação direta, como também já referimos, procurámos socorrer-nos de informação que nos permitisse abordar as diversas partes do desenvolvimento do comunicador, a maior parte da qual está disponível em linha, tanto em páginas como em fóruns temáticos, os quais foram preciosos para o progresso do nosso estudo.

#### 4.8. Técnicas de análise e interpretação dos resultados

Foi nossa preocupação que a análise dos dados se enquadrasse com a natureza e diversidade dos mesmos, refletindo a aplicabilidade e pertinência da nossa investigação, assim como a sua operacionalização através de ferramentas que se considerassem mais apropriadas.

Os dados dos questionários foram tratados com recurso ao programa Microsoft Excel, através do recurso a cálculo de frequências simples, o qual serviu também para gerar os gráficos que incluímos aqui.

Por último, os dados percecionados pela observação da criação do comunicador foram também organizados por áreas de análise (características do hardware, do software e adequação de funcionalidades). Esta técnica, em que o principal instrumento de pesquisa é o próprio investigador, parece articular-se de forma coerente com a anterior, uma vez que "não é incomum que às técnicas nucleares de pesquisa de terreno se associem, complementarmente, outras técnicas, como questionários, entrevistas estruturadas, análises de estatísticas e outros documentos" (Costa, 2005, p. 132).

Como corolário destes processos, produziu-se texto interpretativo face aos resultados alcançados, tendo em atenção as questões de pesquisa colocadas inicialmente e o enquadramento teórico que esteve na sua origem (Afonso, 2006).

### Resumo

Neste capítulo descrevemos a problemática que escolhemos como cerne do nosso trabalho de projeto, o foco da investigação, as questões de partida e os objetivos geral e específicos que considerámos adequados para o materializar.

As opções e estratégias metodológicas foram igualmente aludidas, nomeadamente no que diz respeito ao tipo de investigação e de estudo, às fontes e instrumentos de dados, aos procedimentos e às técnicas de análise destes últimos.

No capítulo seguinte apresentaremos os resultados que obtivemos através da aplicação destas práticas.



## **Capítulo V. Resultados do projeto**

## Introdução

Até ao momento, centrámo-nos na descrição de áreas que se podem enquadrar numa vertente mais teórica do nosso trabalho de projeto.

A materialização do nosso comunicador, com a conseqüente observação do processo que a ela conduziu, a reflexão acerca das suas características e adequabilidade e ainda os resultados que obtivemos constituem o núcleo do presente capítulo.

## 5. Apresentação, análise e discussão dos resultados

Optámos por dividir o presente capítulo em três áreas: a da apresentação do comunicador, no que diz respeito à configuração, às opções de hardware e à criação de quadros de comunicação; a da observação, onde descrevemos as dificuldades que encontrámos e o sucesso que observámos na opção por diversos recursos de hardware e software: e ainda a dos resultados que obtivemos em termos de configuração final, dos testes que efetuámos, do custo e dos resultados do inquérito por questionário que efetuámos.

### 5.1. O que seleccionámos

Chegados à fase de materialização do nosso comunicador, houve que optar por um microcomputador de placa única, a fim de tentar reduzir o preço, o nível de complexidade do sistema e viabilizasse as funcionalidades que almejávamos.

Tendo em consideração as características dos mesmos, que referimos anteriormente e que sintetizamos de seguida, pretendemos escolher um microcomputador que:

- Facilitasse a portabilidade;
- Possuísse dimensões adequadas para a instalação de dispositivos de entrada e de saída;
- Recorresse a um baixo consumo de energia;
- Pudesse ser ligado a um ecrã;
- Fosse de baixo custo;
- Estivesse facilmente acessível no mercado.

Quadro 8 - Características do microcomputador consideradas relevantes para a implementação do comunicador

Os microcomputadores possuem no seu âmago um ou mais microprocessadores, os

quais se encarregam de efetuar os cálculos que conduzem aos produtos que percebemos através dos periféricos que a eles estão ligados.

Todos os microprocessadores são baseados num conjunto de instruções, que são comumente referidos pelo acrónimo ISA, as quais determinam como funcionam e que tipo de software podem executar.

Presentemente, a grande maioria dos computadores de secretária (*desktops*) ou portáteis (*laptops*) possuem microprocessadores baseados no conjunto de instruções x86, o qual foi pela primeira vez usado num processador elaborado pela empresa Intel em 1978, denominado Intel 8086.

Assim, o termo x86 deve-se ao facto de os microprocessadores que se seguiram ao Intel 8086 viram a sua designação terminar em 86, como foi o caso dos 80186, 80286, 80386 e 80486.

Outros surgiram, entretanto, os quais já não possuem aquele padrão de nomenclatura, mas que continuam a suportar aquele conjunto de instruções. As empresas Intel, AMD e VIA fabricaram ou fabricam a maioria dos microprocessadores deste tipo.

Presentemente, a maioria dos microprocessadores baseados neste conjunto de instruções utilizam uma versão do x86 denominada x86-64 ou AMD64, uma vez que recorrem a um processamento simultâneo de 64 bit.

A grande maioria dos telemóveis e tablets recorre a outro tipo de microprocessadores, baseados num conjunto de instruções denominado ARM.

Todos os microprocessadores são elaborados de acordo com uma determinada arquitetura, a qual pode ser de dois tipos: CISC ou RISC.

A arquitetura CISC executa um número relativamente pequeno de instruções complexas para completar determinada tarefa. É nela que se baseiam os microprocessadores x86.

Já a arquitetura RISC executa um número relativamente grande de instruções simples para completar essa tarefa. É nela que se baseiam os microprocessadores ARM.

Sendo assim, os microprocessadores ARM necessitam de um número menor de transístores que os x86 para executar aquelas tarefas, e conseqüentemente consomem menos energia, o que os torna ideais para utilização em dispositivos móveis.

A opção por um microcomputador com microprocessador ARM justificou-se pelo facto de não pretendermos sacrificar a portabilidade face a um sistema mais exigente em termos energéticos e conseqüente com maior necessidade de recargas na sua utilização diária.

**A opção pelo Raspberry Pi pareceu-nos ser a mais adequada uma vez que cumpria os requisitos do quadro anterior de forma muito satisfatória.**

Trata-se de um microcomputador de reduzidas dimensões, com funcionalidades de ligação a periféricos, entre os quais um ecrã, baixo consumo de energia, baixo custo e facilmente adquirível.

No anexo II podem ser consultadas as especificações de todos os modelos comercializados até ao momento, os quais são já em número significativo.

Perante esse conjunto, pareceu-nos que o modelo Raspberry Pi modelo 3B+ poderia ser um bom ponto de partida para os nossos testes, visto:

- Facilitar a portabilidade, a qual deriva das suas dimensões (85,6mm x 56,5mm x 17mm) e do seu peso (45 g)
- Possuir diversas ligações para dispositivos de entrada e de saída: 4 portas USB 2.0, porta ethernet gigabit, saída de vídeo analógico, saída de vídeo digital HDMI, saída de áudio analógico com conector de 3,5 mm, conectores SPI, I2C e GPIO, saída para ecrã LCD, entrada para câmara, leitor de cartões SD/MMC e conectividade sem fios Wi-Fi e Bluetooth;
- Possuir um baixo consumo de energia (1,13A, 5V);
- Poder ser ligado a um ecrã LCD;
- Ser de baixo custo (cerca de 40€, valor já com IVA)
- Ser facilmente adquirível em lojas nacionais.

Quadro 9 - Características do microcomputador Raspberry Pi modelo 3B+ consideradas relevantes para implementação do comunicador

À data da escrita dos processos que desenvolvemos para a concretização deste trabalho de projeto, a distribuição especificamente concebida pelos criadores do Raspberry Pi para se adequar aos seus dispositivos havia sido renomeada Raspberry Pi OS<sup>39</sup>. Anteriormente era conhecida por Raspbian, pelo que ainda poderão ser encontradas abundantes referências a este último nome na Web, as quais se adequarão no que diz respeito aos seus conteúdos à distribuição com esta nova designação.

Conforme referimos anteriormente, as distribuições Linux são elaboradas de acordo com os requisitos do hardware ou as finalidades da sua utilização, pelo que nos pareceu adequado optar pela Raspberry Pi OS para a implementação do nosso dispositivo.

Uma vez que desejávamos que existisse um mínimo de incompatibilidades com o hardware a que iríamos recorrer e ao mesmo tempo à significativa adoção destes microcomputadores para desenvolvimento de dispositivos e para aprendizagem de programação a nível mundial, considerámos relevante que as abundantes fontes de informação sobre esta distribuição, que podem ser encontradas na Web, consistiam um fator

---

<sup>39</sup> O sítio do Raspberry Pi OS e do Raspberry Pi pode ser encontrado em <https://www.raspberrypi.org/>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

que justificava a nossa opção.

### 5.1.1. Configuração do arranque do sistema

O Raspberry Pi recorre a um cartão de memória microSD<sup>40</sup> para efetuar o arranque do sistema e carregar o sistema operativo. Passamos a descrever de que modo este é preparado e quais os passos que devem ser seguidos para atualizar o sistema operativo.

Procurando facilitar a distinção entre a descrição de determinadas tarefas e a utilização de comandos a nível do sistema, passaremos a referenciar estes últimos recorrendo a caixas de texto coloridas.

#### 5.1.1.1. Transferência da imagem da distribuição

A imagem<sup>41</sup> da distribuição Raspberry Pi OS pode ser obtida a partir do sítio oficial do fabricante do Raspberry Pi<sup>42</sup> e livremente descarregada para o nosso computador.

Naquele sítio podemos encontrar três versões da distribuição Raspberry Pi OS: Raspberry Pi OS (32-bit) com desktop e software recomendado, Raspberry Pi OS (32-bit) com desktop e Raspberry Pi OS (32-bit) Lite. Optámos por descarregar a segunda, uma vez que iríamos de seguida mobilizar um browser em ambiente gráfico, mas não necessitaríamos do software recomendado, o qual poderia tornar o nosso sistema ligeiramente mais lento.

Dependendo do sistema operativo que temos instalado, a nossa imagem poderá ficar alojada em pastas com nomes diferentes, mas que têm em comum o facto de ser aquela onde são guardados os documentos que descarregamos da Web, geralmente denominada *Downloads* ou *Transferências*.

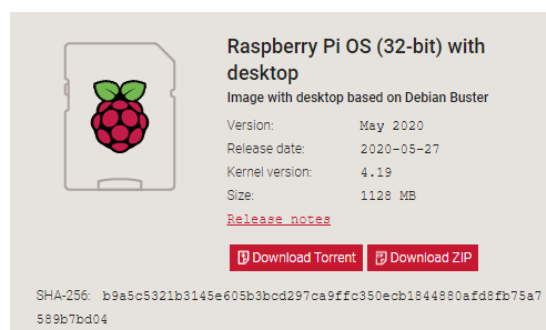


Imagem 17 - Referência gráfica para descarregamento da imagem Raspberry Pi OS (32-bit) com desktop<sup>43</sup>

<sup>40</sup> À exceção da versão Raspberry Pi B, que usa em alternativa cartões SD, SDHC ou SDXC até 2TB.

<sup>41</sup> Neste contexto entende-se por imagem de uma distribuição Linux um arquivo que possui o conjunto de todos os ficheiros e respetiva posição em pastas específicas, necessários para que, quando descompactado, permita o arranque e funcionamento dessa distribuição Linux.

<sup>42</sup> À data da escrita deste documento, de <https://www.raspberrypi.org/downloads/>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

<sup>43</sup> Retirado de <https://www.raspberrypi.org/downloads/>. Acedido em 7 de agosto de 2020

### 5.1.1.2. Gravação do conteúdo da imagem no cartão SD

Para efetuar a gravação do conteúdo da imagem no cartão SD, cujas características técnicas serão abordadas mais à frente, necessitamos de software especificamente criado para esta tarefa.

Podem ser utilizados o Gnome Multi-Writer<sup>44</sup>, o Balena Etcher<sup>45</sup>, O Unetbootin<sup>46</sup>, o EtchDroid<sup>47</sup> ou outras aplicações que são adequadas para este propósito<sup>48</sup>.

Optámos, no sentido de acautelar a máxima adequação à tarefa, por usar a aplicação criada pelos fabricantes do microcomputador, denominada Raspberry Pi Imager<sup>49</sup>, a qual é disponibilizada para ambientes Windows, macOS e Ubuntu.

Instalada a aplicação, deparámo-nos com a seguinte interface:

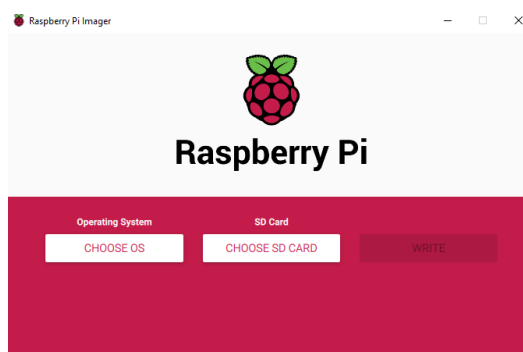


Imagem 18 - Interface da aplicação Raspberry Pi Imager<sup>50</sup>

Ativando o “botão” CHOOSE OS indicámos a pasta onde se encontrava a imagem do Raspberry Pi OS e especificamente o ficheiro em apreço.

Através do “botão” CHOOSE SD CARD indicámos a unidade onde se encontrava alojado o cartão SD que desejávamos utilizar.

Por último, no “botão” WRITE ativámos a prossecução da tarefa, conscientes que qualquer informação que nele existisse seria obliterada, visto a gravação da imagem ser precedida de uma formatação do cartão.

Terminado este processo, surge uma mensagem referindo que este decorreu em

---

<sup>44</sup> Transferível a partir de <https://pkgs.org/download/gnome-multi-writer>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

<sup>45</sup> Transferível a partir de <https://www.balena.io/etcher/>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

<sup>46</sup> Transferível a partir de <https://unetbootin.github.io/>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

<sup>47</sup> Transferível a partir de <https://play.google.com/store/apps/details?id=eu.depau.etchdroid>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

<sup>48</sup> Não devem ser confundidas com aplicações que se destinam a criar unidades USB de arranque com distribuição Linux “live”, ou seja, que podem ser executadas a partir dessa unidade sem afetar qualquer disco rígido, de que são exemplo a LinuxLive USB Creator, a Rufus ou a Universal USB Installer.

<sup>49</sup> Transferível na versão 1.4, a mais recente à data, a partir de [https://downloads.raspberrypi.org/imager/imager\\_1.4.exe](https://downloads.raspberrypi.org/imager/imager_1.4.exe). Acedido em 7 de agosto de 2020.

<sup>50</sup> Retirada de <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-imager-imaging-utility/>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

conformidade e que o mesmo pode ser ejetado, o que fizemos. Pudemos de seguida introduzir o cartão no local previsto para este efeito no microcomputador.

Também mais à frente nos debruçaremos acerca das ligações que são necessárias efetuar para ter acesso ao Raspberry Pi e continuar a configurar o sistema no que diz respeito ao software.

### 5.1.1.3. Configuração inicial

De forma simplificada, podemos afirmar que após o primeiro arranque é necessário introduzir um conjunto de parâmetros e atualizar o sistema operativo, a fim de posteriormente o podermos utilizar já na modalidade de comunicador.

Após a efetivação de algumas atividades iniciais para as quais não é solicitada a intervenção humana, a primeira informação com que nos deparamos diz respeito ao início da configuração genérica do sistema, pelo que devemos premir o botão “Next”.

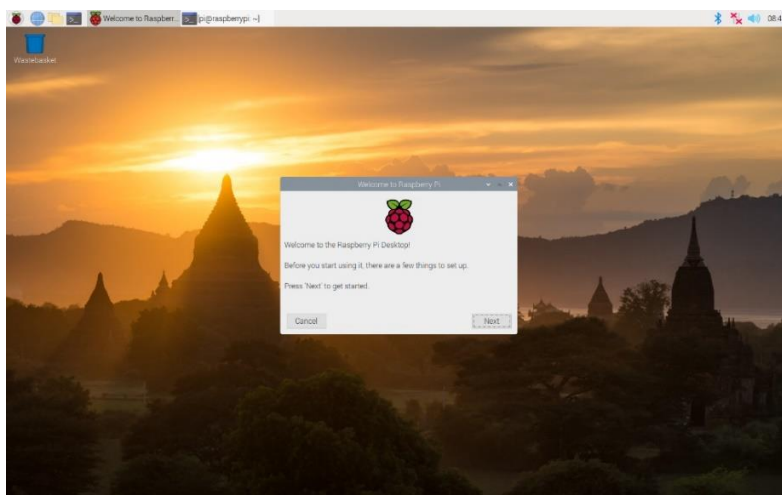
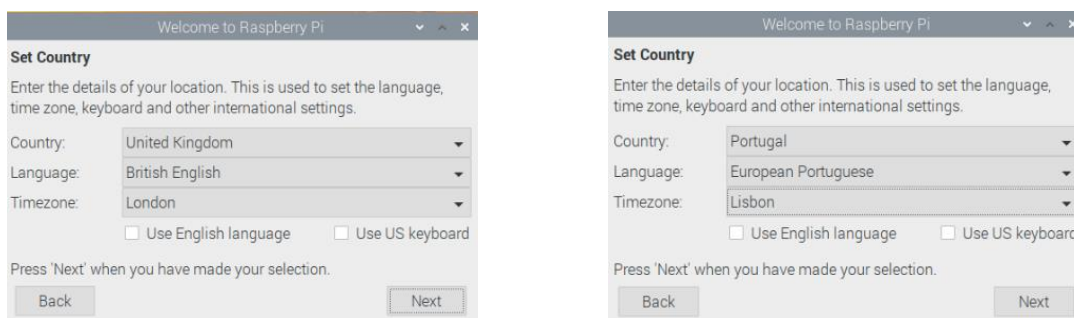


Imagem 19 - Captura de ecrã da fase inicial de configuração do Raspberry Pi OS<sup>51</sup>

De seguida escolher o nosso país, a língua e a zona temporal que pretendemos que o sistema implemente.



Quadro 10 - Captura de ecrã da país, a língua e a zona temporal

<sup>51</sup> Esta e as capturas de ecrã seguintes, salvo indicação em contrário, foram efetuadas no sistema que estava a ser configurado

Quando estas opções estiverem escolhidas, avançamos para a definição de uma password de sistema, a qual não devemos esquecer. Caso queira ter a certeza que a password que inseriu é a que pretende efetivamente atribuir, desmarque a caixa “Hide characters” e confira.

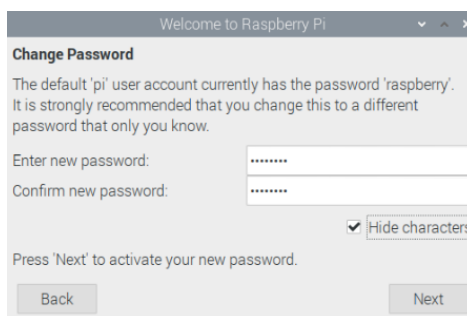


Imagem 20 - Definição de password de sistema

**Dica:** uma vez que o comunicador em princípio não conterá informação sensível, anote a password num pequeno autocolante e cole-o no interior da caixa. Deste modo, outro utilizador que pretenda efetuar alterações ao seu funcionamento ou atualizar o sistema pode fazê-lo mais facilmente.

Dependendo das características técnicas do monitor que foi ligado ao Raspberry Pi, pode ou não surgir uma “moldura” negra em torno da imagem. Em caso afirmativo, devemos ativar a caixa “This screen shows a black border around the desktop”.



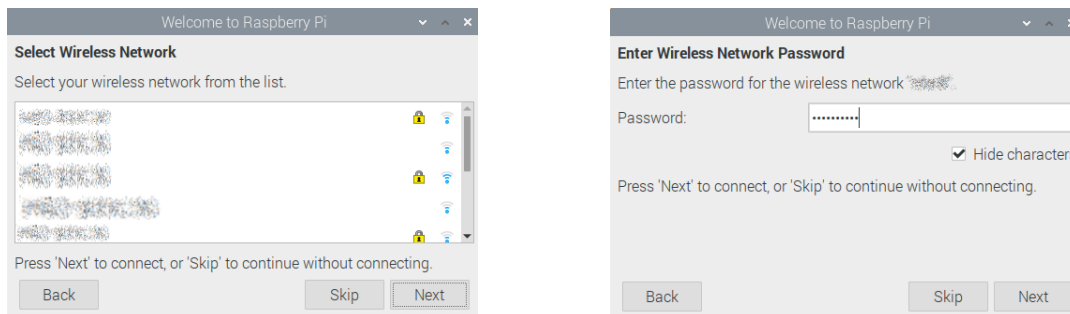
Imagem 21 - Configuração do preenchimento do ecrã

De seguida avançamos para a próxima configuração, a qual diz respeito às configurações da ligação de rede.

Torna-se importante efetuar esta ligação a fim de posteriormente serem implementadas as nossas escolhas de língua, teclado e zona temporal, assim como de atualização do sistema.

Caso a versão do Raspberry Pi que pretendemos usar possua placa de rede sem fios integrada, ou lhe tenha sido adicionada uma placa de rede sem fios externa com conector USB, deverão ser visíveis os pontos de acesso ao alcance. Há que escolher aquele que

pretendemos usar, indicar que desejamos avançar premindo o botão “Next” e introduzir as informações para aceder.



Quadro 11 - Configurações da ligação de rede

Caso o Raspberry Pi esteja ligado por cabo de rede, esta deve ser detetada automaticamente e deixar o sistema assumir os parâmetros automaticamente ou defini-los de forma específica.

No passo seguinte será efetuada a atualização automática do sistema. Basta ativar o botão “Next”.

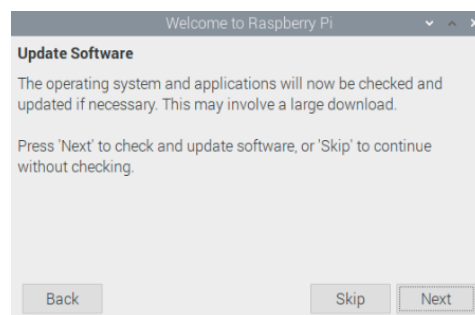


Imagem 22 - Informação que precede a atualização automática do sistema

Este processo pode ser algo moroso e não deve ser interrompido, sob pena de o sistema ficar inoperacional e ser necessário recomeçar a partir da gravação do conteúdo da imagem no cartão SD.

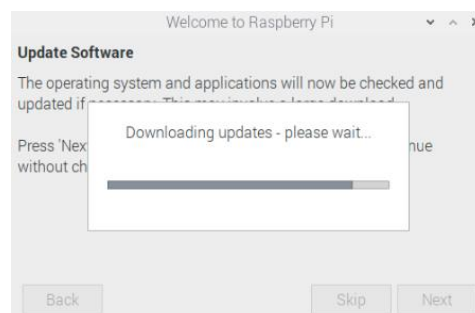


Imagem 23 - Atualização automática do sistema

No final surge a informação que o sistema foi atualizado com sucesso.

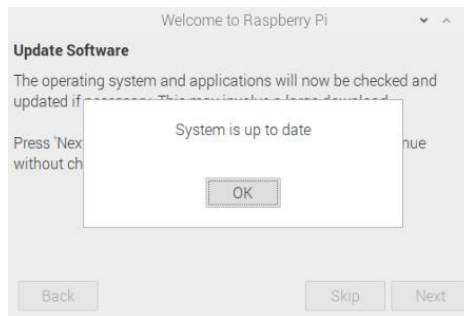


Imagem 24 - Confirmação da atualização do sistema

É então necessário reiniciar o microcomputador para que as alterações e as atualizações produzam efeito, selecionando “Restart”.



Imagem 25 - Reinício do sistema para implementação das alterações e atualizações

E este é o aspeto do ecrã com que nos deparamos. Nesta fase já devem surgir os termos na interface em português e o sistema já se deve conectar automaticamente à rede.

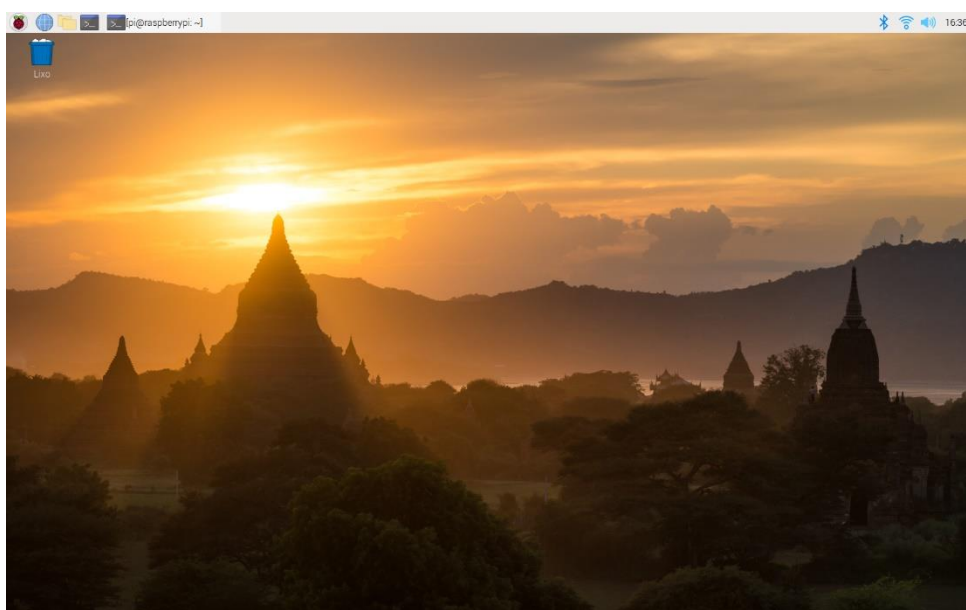


Imagem 26 - Ecrã do sistema com interface em português

**Dica:** as capturas de ecrã que constam deste subcapítulo foram efetuadas com recurso a um utilitário denominado *Scrot*, que faz parte da distribuição. Para as efetuar basta, numa janela de terminal, escrever

**scrot -t 5**

em que **scrot** corresponde ao utilitário e **-t 5** ao parâmetro que força a que a captura de ecrã se efetue 5 segundos após ser ativado. Deste modo, há tempo a que se possa minimizar a janela de terminal, para que esta não surja na imagem que pretendemos capturar.

## 5.1.2. Opções de hardware

Tendo sido descrito de que forma configurámos o sistema, passamos a ilustrar a componente de hardware do mesmo.

### 5.1.2.1. Raspberry Pi 3 Modelo B+

A versão do Raspberry Pi que utilizámos para desenvolver o nosso comunicador foi a 3 Modelo B+. Escolhemos este modelo – que à altura da elaboração desta dissertação já foi ultrapassado por outra versão mais potente, mas que ao mesmo tempo consome mais energia – visto possuir funcionalidades de rede sem fio e Bluetooth, as quais considerámos essenciais para a implementação da portabilidade, o que não acontece em algumas versões anteriores deste microcomputador, e ao mesmo tempo possuir um processador relativamente potente.



Imagem 27 - Raspberry Pi 3 Modelo B+<sup>52</sup>

Como qualquer outro microcomputador, é constituído por diversos componentes. Eventualmente o mais importante é o SoC (System on Chip), o qual consiste num circuito de

---

<sup>52</sup> Esta e as imagens seguintes que dizem respeito ao Raspberry Pi 3 Modelo B+ foram retiradas da obra “The Official Raspberry Pi Beginner’s Guide - How to use your new computer”, disponibilizada através da licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0), descarregável a partir de [https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/Beginners\\_Guide\\_v1.pdf](https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/Beginners_Guide_v1.pdf). Acedido em 14 de agosto de 2020.

silício, também conhecido por circuito integrado, e que contém o 'cérebro' do sistema, ou seja, o CPU, e a unidade de processamento gráfico do mesmo, conhecida por GPU.

Nesta versão, o CPU é um Broadcom BCM2837B0, com 4 núcleos Cortex-A53 64-bit funcionando no máximo a 1,4 GHz, e o GPU é um VideoCore IV.



Imagem 28 - SoC do Raspberry Pi 3 Modelo B+

O componente de memória de acesso aleatório (RAM) tem a capacidade de 1 GB e é do tipo LPDDR2 SDRAM



Imagem 29 - Componente de memória RAM do do Raspberry Pi 3 Modelo B+

O componente de rádio tem integradas duas funcionalidades de comunicação sem fios: Wi-Fi e Bluetooth, sendo a primeira destinada geralmente a comunicar com outros computadores ou pontos de acesso de rede, enquanto a segunda se destina, frequentemente, a fornecer capacidades de comunicação com periféricos de que são exemplo ratos, teclados e colunas de som, assim como sensores ou telemóveis.

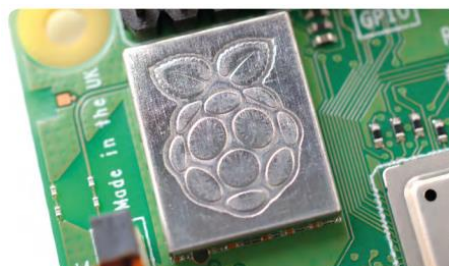


Imagem 30 - Componente de rádio do Raspberry Pi 3 Modelo B+

A funcionalidade Wi-Fi funciona nas bandas de 2.4GHz e 5GHz, implementando os protocolos 802.11 b, g, n e ac.

Já a vertente Bluetooth é implementada segundo a norma 4.2 com BLE.

Parte da atividade de comunicação recorrendo a ligações físicas é assegurada pelo controlador de rede e portas USB.



Imagem 31 - Controlador de rede e portas USB

O gestor de energia que faz a mediação entre a entrada da mesma, que se realiza a partir de uma porta micro USB, e os diversos componentes do Raspberry Pi denomina-se PMIC.

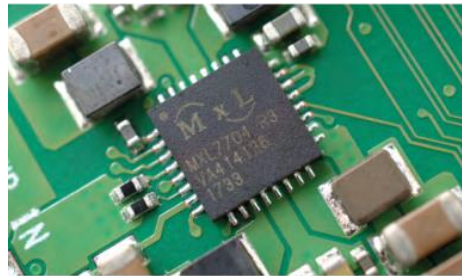


Imagem 32 - Gestor de energia (PMIC)

No que diz respeito às portas para entrada e saída de dados, quer em formato analógico quer digital, o microcomputador possui diversas, tendo-nos socorrido de algumas para dar corpo às funcionalidades de comunicador.

As portas USB destinam-se a permitir conectar periféricos compatíveis com esta norma, sendo os mais comuns ratos, teclados, câmaras web, unidades de armazenamento flash e discos rígidos.



Imagem 33 - Conjunto de portas USB

Na versão que estamos a descrever, a norma que estas portas sustentam é a 2.0.

À sua esquerda encontra-se uma porta *ethernet*, também referida como porta de rede, a qual se destina a fazer uma ligação com uma estrutura de rede física através de um cabo com conectores RJ45 nas extremidades.



Imagem 34 - Porta ethernet

Junto a esta porta existem dois pequenos LED, os quais nos dão informação visual acerca do funcionamento da mesma.

Imediatamente por trás encontra-se a tomada AV com um diâmetro de 3,5mm, também conhecida por entrada para auscultadores, a qual se destina a ser uma das interfaces de saída de som, apesar de proporcionar melhor qualidade se for ligada a um amplificador.

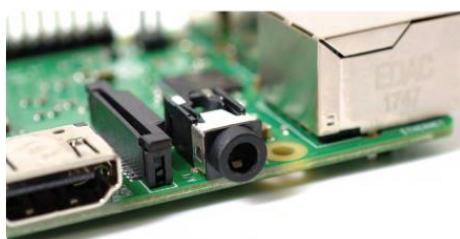


Imagem 35 - Tomada AV de 3,5mm

Esta tomada disponibiliza ainda um sinal de vídeo que pode ser utilizado em televisões, projetores e outros dispositivos que suportem um sinal composto, usando um cabo especial conhecido por adaptador TRRS.

Logo de seguida encontra-se o conector de câmara, também conhecido por CSI, o qual permite ligar um módulo de câmara de vídeo especialmente concebido para o Raspberry Pi.



Imagem 36 - Conector CSI e câmara de vídeo com cabo

Continuando na mesma direção, existe uma porta HDMI, a qual é do mesmo tipo das que se encontram, por exemplo, em consolas de jogos e televisões. Permite a condução de sinais de áudio e vídeo através de um cabo apropriado e pode ser usada para ligar a uma televisão, um monitor ou um projetor.

De seguida, uma porta micro USB é usada para alimentar este microprocessador.

Por se tratar de um conector muito comum em tablets, telemóveis e outros dispositivos portáteis, carregadores e powerbanks<sup>53</sup> que alimentam estes dispositivos também podem ser usados para fornecer energia ao Raspberry Pi, desde que respeitando os requisitos mínimos: 1,13A a 5V.



Imagem 37 - Porta micro USB

No lado oposto ao das portas USB e *ethernet* existe um conector DSI, parecido com o CSI anteriormente referido, mas que se destina a ser usado com um ecrã táctil resistivo ou capacitivo.



Imagem 38 - Conector DSI

Os 40 pinos que fazem do conector GPIO destinam-se a proporcionar funcionalidades de comunicação com componentes de que são exemplo LED, botões, sensores, joysticks ou dispositivos de monitorização.



Imagem 39 - Interface GPIO

Por último, o leitor de cartões SD/MMC constitui-se como a unidade de armazenamento de dados (apesar de outras poderem ser ligadas através das portas USB) e

---

<sup>53</sup> Dispositivo portátil que pode carregar outros dispositivos através de uma ligação por cabo e, nalguns modelos, também por indução elétrica.

possui o sistema operativo, guarda os ficheiros que foram criados e as aplicações que foram adicionadas.



Imagem 40 - Leitor de cartões SD/MMC

No âmbito do nosso comunicador, fizemos fazer uso das seguintes funcionalidades do Raspberry Pi 3 Modelo B+:

- Porta ethernet (para configuração inicial)
- Porta micro USB
- Conector DSI
- Componente de rádio (funcionalidades Wi-Fi e Bluetooth)
- Leitor de cartões SD/MMC

Quadro 12 - Funcionalidades do Raspberry Pi 3 Modelo B+ utilizadas no âmbito do comunicador

### 5.1.2.2. Ecrã táctil capacitivo de 7 polegadas

Como interface de mobilização do comunicador optámos por utilizar um ecrã táctil capacitivo de 7 polegadas<sup>54</sup>, uma vez que nos pareceu ser o mais aconselhado para proporcionar simultaneamente uma área de toque relativamente adequada também a utilizadores com comprometimentos motores e ao mesmo tempo garantir a portabilidade do mesmo com relativo conforto.

Para o Raspberry Pi são comercializados diversos tamanhos de monitores, sendo os mais comuns os de 3,5 polegadas, 5 polegadas, 7 polegadas e 10,1 polegadas.

Os dois primeiros pareceram-nos desadequados em virtude das suas reduzidas dimensões, as quais obrigariam a disponibilizar as células dos quadros de comunicação com áreas que dificultariam a precisão do toque. Já o último também nos pareceu não contribuir para a melhor solução uma vez que comprometeria a portabilidade, obrigando o seu alojamento numa caixa relativamente grande e conseqüentemente também mais pesada.

No entanto, porque tínhamos dúvidas entre a melhor adequabilidade entre os ecrãs de 5 e de 7 polegadas, fizemos também experiências com o menor, que descrevemos mais à

---

<sup>54</sup> As dimensões dos ecrãs são geralmente indicadas pela medida da diagonal dos mesmos, entre cantos.

frente.

No que diz respeito à escolha entre um ecrã capacitivo e um ecrã resistivo, o fator determinante tem a ver com a usabilidade do tipo de contacto que estes admitem.

Os ecrãs resistivos usam uma tecnologia de sensor passivo, em que a determinação do ponto de contacto (geralmente só aceitam um em cada momento) se faz através da deteção do toque com um objeto, o qual pode ser, por exemplo, a ponta de um estilete, de uma caneta ou uma unha.

Os ecrãs capacitivos são fabricados com uma tecnologia de sensor ativo, em que a determinação do ponto ou dos pontos de contacto (aceitam mais que um ponto simultaneamente) se faz a partir de qualquer objeto, sem necessidade de pressão, permitindo o uso de dedos e de luvas.

Pelo facto de serem menos exigentes relativamente à pressão que necessita ser efetuada, optámos por utilizar um ecrã capacitivo.

Também aqui o teste com o ecrã de 5 polegadas foi importante, uma vez que este utiliza a tecnologia resistiva.

O ecrã de 7 polegadas que adquirimos foi-nos remetido sob o formato de kit para montagem, e é constituído por diversos componentes.

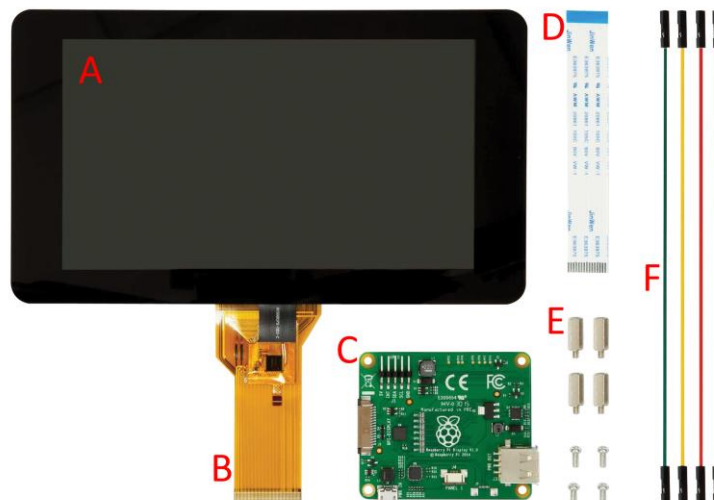


Ilustração 1 - Kit de ecrã de 7 polegadas

A – Ecrã

B – Fita de conexão à unidade de processamento digital

C – Unidade de processamento digital

D – Fita de conexão entre o Raspberry Pi e a unidade de processamento digital

E – Pernos e parafusos para fixação da unidade de processamento digital ao ecrã

F – Cabos para alimentação do Raspberry Pi

A unidade de processamento digital pode funcionar como um intermediário para a alimentação do Raspberry Pi, opção que mobilizámos.

### 5.1.2.3. Ecrã táctil resistivo de 5 polegadas

Este ecrã foi-nos também remetido sob a forma de kit, sendo constituído pelos seguintes elementos:

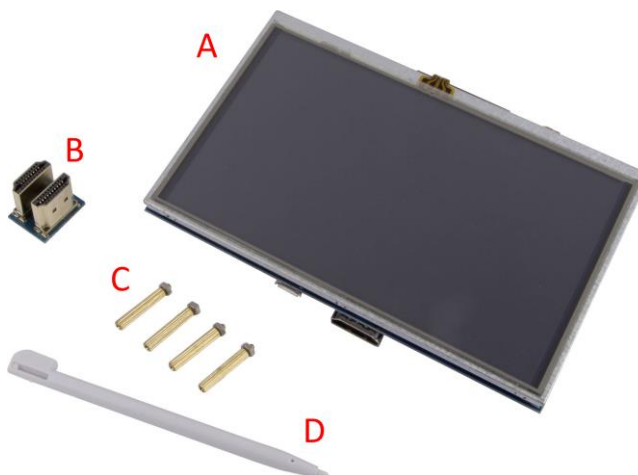


Ilustração 2 - Kit de ecrã de 5 polegadas

A – Ecrã

B – Conector HDMI para ligação ao Raspberry Pi

C – Parafusos para fixação a uma moldura

D – Estilete para mobilização da função de toque resistiva

A utilização deste ecrã implica a instalação de drivers<sup>55</sup> que são fornecidos num CD que acompanha o kit.

### 5.1.2.4. Caixa para alojamento do sistema

Para alojar o sistema procurámos uma caixa que nos oferecesse simultaneamente uma boa capacidade de manipulação do ecrã, fosse ergonomicamente adequada e possibilitasse aceder ao mesmo em qualquer momento para efetuar ajustamentos.

Existem diversos sítios na Web onde podem ser descarregados ficheiros que possuem as informações necessárias para gerar as peças recorrendo a uma impressora 3D.

---

<sup>55</sup> Um driver é um conjunto de instruções que viabiliza a comunicação entre um sistema operativo e um componente específico, geralmente um periférico, que necessita receber e fornecer instruções, pelo facto de essa funcionalidade não se encontrar embutida nesse sistema operativo.

Entre estes contam-se o Free3D<sup>56</sup>, o Thingiverse<sup>57</sup>, o MyMiniFactory<sup>58</sup> e o STLFinder<sup>59</sup>. O sítio Hongkiat.com<sup>60</sup> disponibiliza informação acerca de 35 locais onde podem ser descarregados aquele tipo de ficheiros.

#### 5.1.2.5. Powerbank

Com o intuito de tornar o comunicador independente de uma fonte de alimentação permanente, com recurso a um transformador, procurámos encontrar alguns dispositivos que permitissem que este funcionasse durante um período relativamente alargado sem necessidade de conexão física.



Imagem 41 - Powerbank SBS de 4000 mAh

Mais à frente referir-nos-emos ao impacto que estes dispositivos podem ter na ergonomia do comunicador e às condicionantes que devem ser tidas em conta quando nele são colocados.

Optámos por utilizar um Powerbank SBS de 4000 mAh<sup>61</sup>.

#### 5.1.2.6. Interruptor

Nenhuma das versões do Raspberry Pi possui um interruptor como estamos habituados a ver noutros microcomputadores, dispositivos móveis ou eletrodomésticos. Com o intuito de diminuir custos e criar uma placa com dimensões reduzidas, os seus criadores

---

<sup>56</sup> <https://free3d.com/pt/3d-models/>. Acedido em 17 de agosto de 2020.

<sup>57</sup> <https://www.thingiverse.com/>. Acedido em 17 de agosto de 2020.

<sup>58</sup> <https://www.myminifactory.com/>. Acedido em 17 de agosto de 2020.

<sup>59</sup> <https://www.stlfinder.com/>. Acedido em 17 de agosto de 2020.

<sup>60</sup> <https://www.hongkiat.com/blog/download-free-stl-3d-models/>. Acedido em 17 de agosto de 2020.

<sup>61</sup> Disponível, por exemplo, a partir de <https://www.worten.pt/telemoveis-e-pacotes-tv/acessorios-de-telemovel/powerbanks/powerbank-sbs-pocketline-4000-mah-2-usb-1-microusb-branco-6934983>. Acedido em 18 de agosto de 2020.

optaram por não incluir esta funcionalidade, sendo o 'ligar' e o 'desligar' assegurados pela colocação ou retirada de um cabo de alimentação na porta micro USB.

Considerámos necessário acrescentar esta funcionalidade, e após alguns testes, que descrevemos mais à frente, optámos por um interruptor de tipo 'candeeiro de mesa', abaixo ilustrado.



Imagem 42 - Interruptor USB

Este interruptor possui nas suas extremidades uma ficha USB “macho” e outra “fêmea”, permitindo interromper ou restabelecer o fluxo de energia entre a fonte da mesma e o Raspberry Pi.

### **5.1.3. Criação de quadros de comunicação**

Com o intuito de tentar fazer com que os quadros de comunicação que iríamos mobilizar fossem independentes da existência de uma aplicação específica que deveria estar instalada no mesmo, efetuámos uma pesquisa na Web relativamente a quadros que pudessem ser acedidos a partir de um browser.

Conforme verificámos anteriormente quando nos debruçámos sobre aplicações informáticas para a comunicação, estas estão dependentes da sua adequabilidade ao sistema operativo e, uma parte significativa é disponibilizada na vertente comercial, o que faria aumentar os custos do comunicador uma vez que seria necessário adquirir uma licença.

Mas mesmo assim, procurámos encontrar, sem sucesso, aplicações comercializadas para o sistema operativo Linux em versão compilada para microprocessadores ARM.

Pareceu-nos uma boa alternativa a busca por aplicações ou sítios que permitissem criar e modificar quadros de comunicação, ainda que a partir de outro sistema operativo, os quais poderiam ser mobilizados posteriormente a partir do nosso comunicador sem necessidade de existir uma compatibilidade entre a aplicação de criação e a de mobilização.

Após uma busca relativamente exaustiva, duas surgiram-nos como candidatas.

### 5.1.3.1. Cboard

O sítio Cboard<sup>62</sup> é mobilizado por um conjunto de profissionais que procura desenvolver uma ajuda baseada em software livre para pessoas que dela necessitem. Os seus elementos mais ativos possuem competências de engenharia de software e de terapia da fala e o projeto tem sede na Argentina.

Trata-se de uma aplicação Web, ou seja, é executada e manipulada através de um browser, sem necessidade de instalação no sistema computacional que estamos a mobilizar, vocacionada para ajudar crianças e adultos com défices de comunicação, recorrendo a imagens e a síntese de texto para fala.

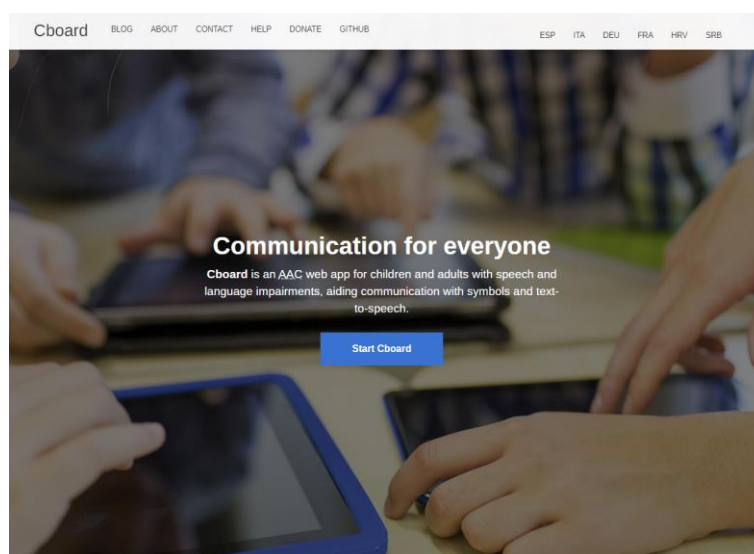


Imagem 43 - Sítio da aplicação Web Cboard<sup>63</sup>

O registo é gratuito e é possível criar um número ilimitado de quadros, com as funcionalidades habituais neste tipo de aplicações.

Infelizmente, quando tentámos aceder aos quadros a partir do nosso comunicador estes não eram interpretados pelo browser Chromium<sup>64</sup>, situação que se manteve durante este processo de desenvolvimento.

Testámos ainda outros browsers, de que foram exemplo o Vivaldi<sup>65</sup>, o Firefox<sup>66</sup> e o Edge<sup>67</sup>, todos no sistema operativo Windows, também sem sucesso relativamente à

---

<sup>62</sup> <https://www.cboard.io>. Acedido em 3 de outubro de 2019.

<sup>63</sup> Imagem retirada do sítio Cboard. Acedido em 8 de outubro de 2019.

<sup>64</sup> A Google oferece o Chromium, que é que uma versão do Chrome de código aberto. Por ter seu código-fonte aberto (diferente do Chrome tradicional, que é gratuito, mas tem porções de código proprietário), o Chromium está disponível em distribuições do sistema operativo Linux e também pode ser descarregado para ambientes Windows, Mac e ainda noutras plataformas, de que é exemplo a Android, apesar de os browsers serem distribuídos com outros nomes e ligeiras adaptações.

<sup>65</sup> <https://vivaldi.com/pt-pt/>. Acedido em 12 de outubro de 2019.

<sup>66</sup> <https://www.mozilla.org/pt-PT/firefox/new/>. Acedido em 13 de outubro de 2019.

<sup>67</sup> <https://www.microsoft.com/pt-pt/edge>. Acedido a 13 de outubro de 2019. Entretanto foi lançada pela Microsoft uma nova versão, com o mesmo nome, mas baseada no Chromium da Google, que já é compatível.

mobilização de todas as suas funcionalidades.

Contactámos por correio eletrónico a equipa que desenvolve este projeto, dando conta da nossa experiência com diversos browsers, tendo a mesma respondido que presentemente esta apenas garante compatibilidade total com o Microsoft Edge e assegurando que procurariam proporcionar maior compatibilidade com outros browsers.

No decorrer da nossa troca de mensagens aquela equipa indagou a razão do nosso interesse em aceder aos quadros a partir do Chromium e recorrendo a um Raspberry Pi, tendo sido informada do nosso processo de desenvolvimento do comunicador.

Assim, em ambiente Windows, no Microsoft Edge, que, entretanto, se mostrou compatível, os quadros e funcionalidades inerentes funcionam, pelo que se trata de um sítio a ter em conta quando se procurar desenvolver este tipo de recursos naquele ambiente.

### 5.1.3.2. Picto4me

O sítio Picto4me<sup>68</sup> é também uma aplicação Web que viabiliza a criação de quadros de comunicação de uma forma fácil e intuitiva.

Pelo facto de armazenar os ficheiros que são criados quando se desenham e configuram os quadros de comunicação no Google Drive<sup>69</sup>, é necessário possuir uma conta Google para aceder à aplicação. No entanto, para aceder aos quadros na modalidade de leitura ou interação, não é necessário possuir aquele tipo de conta.

É de acesso gratuito e possibilita a criação de um número ilimitado de quadros de comunicação.



Imagem 44 - Sítio da aplicação Web Picto4me<sup>70</sup>

Possui uma biblioteca de mais de 8000 imagens, que podem ser acedidas através de busca simples por palavra-chave, e é também possível adicionar outras a partir de qualquer

<sup>68</sup> <https://board.picto4.me/site>. Acedido a 7 de outubro de 2019.

<sup>69</sup> <https://www.google.com/intl/pt-PT/drive/>. Acedido a 11 de outubro de 2019.

<sup>70</sup> Imagem retirada do sítio Picto4me. Acedido em 12 de outubro de 2019.

ficheiro gráfico, o qual é carregado a partir do ambiente de trabalho ou de uma hiperligação da Web. Podem ainda ser adicionadas imagens capturadas a partir de uma Webcam. Disponibiliza ainda integração com a aplicação de comunicação Telegram <sup>71</sup> para implementação de troca de mensagens, e ainda ao Autodesk Pixlr<sup>72</sup> para edição de imagem.

É possível pesquisar por quadros de comunicação criados e disponibilizados gratuitamente por outros utilizadores, os quais podem ser importados e adaptados às nossas necessidades.

Trata-se de um projeto ativo e em constante evolução, com implementação de novas funcionalidades a partir de sugestões dos utilizadores.

O Picto4me possui atualmente, entre outras, as seguintes funcionalidades:

#### Algumas funcionalidades do Picto4me

- Criar projetos dentro do Google Drive;
- Compartilhar projetos como se compartilha qualquer outro documento no Google Drive;
- Pesquisar em até 10 bibliotecas de imagens;
- Manipular funcionalidades de quadros de comunicação recorrendo a ecrãs tácteis;
- Abrir e executar projetos com recurso a código QR<sup>73</sup>;
- Use voz natural nos símbolos;
- Editar imagens de forma avançada recorrendo ao Autodesk Pixlr;
- Descarregar o projeto em formato PDF;
- Inserir imagens diretamente da Web;
- Inserir imagens a partir do ambiente de trabalho do computador;
- Inserir imagens a partir de uma Webcam;
- Transformar imagens para o formato de “quebra-cabeças”;
- Transformar imagens em silhuetas;
- Atribuir um ficheiro de áudio a uma imagem;
- Arrastar e soltar imagens em modo de edição;
- Gerir utilizadores;
- Conversar no Telegram.

Quadro 13 - Algumas funcionalidades da aplicação Web Picto4me

Contactámos também os seus programadores procurando perceber a possibilidade

<sup>71</sup> <https://telegram.org/>. Acedido em 18 de novembro de 2019.

<sup>72</sup> <https://pixlr.com/pt/>. Acedido em 24 de novembro de 2019.

<sup>73</sup> Código de barras bidimensional que pode ser acedido com uma câmara, sendo convertido em texto interativo, endereço Web (hiperligação), número de telefone, localização georreferenciada, e-mail, contato ou SMS, por exemplo. Também é conhecido por QRCode.

de ser adicionada a funcionalidade de síntese de voz Português – Portugal, tendo obtido a seguinte resposta:

“Estava em meus planos acrescentar o mecanismo de tts da Google - especialmente o do próprio Google Chrome pois permite a conversão de texto para voz mesmo se a conexão for perdida.

Atualmente estou dedicando pouco tempo ao picto4me - espero que em breve consiga uma janela de horário para ele.

Avisarei se conseguir prosseguir.”<sup>74</sup>

Optámos por recorrer ao Picto4me para a criação dos quadros de comunicação uma vez que viabilizava uma maior compatibilidade com o browser Chromium, fundamental para um eficaz funcionamento do comunicador.

## 5.2. O que observámos

Tendo descrito genericamente as opções que seleccionámos para a implementação do comunicador, passamos a descrever as informações que recolhemos a partir da materialização do mesmo, ou seja, da sua construção.

Convirá desde já tornar claro que, apesar de este processo ter decorrido de forma relativamente linear, ou seja, de a implementação do hardware ter precedido a da manipulação do software, sem a qual este último não poderia ter sido testado, existiram momentos de recuo ou de procura de outras soluções quando o trajeto que seguíamos parecia não estar a resultar numa solução eficaz.

Procuraremos tornar claros estes avanços e recuos, uma vez que as características de um trabalho de projeto assim o exigem e permitem ao leitor perceber de uma forma mais clara, esperamos, o percurso que efetuámos.

### 5.2.1. A escolha da versão do Raspberry Pi

Conforme referimos anteriormente, o Raspberry Pi modelo 3B+ pareceu-nos ser o microcomputador adequado para o desenvolvimento do comunicador quando tidas em conta a portabilidade, as dimensões, o consumo de energia, a funcionalidade de ligação a um ecrã, o custo e a acessibilidade no mercado.

---

<sup>74</sup> Mensagem de correio eletrónico de Marco Aurélio Zoqui, da equipa de desenvolvimento do Picto4me, recebida em 18 de agosto de 2020.

Adquirimos um exemplar numa loja online<sup>75</sup> por 39,90€, não tendo existido necessidade de adquirir um transformador e cabo micro USB para carregamento, uma vez que os possuíamos por reaproveitamento de acessórios de telemóveis antigos.

**Dica:** quando se desenvolve este tipo de projetos a reutilização de componentes é vantajosa, uma vez que faz reduzir os custos e a pegada ecológica. No entanto, há que estar atento a um mau funcionamento dos mesmos uma vez que provavelmente já foram utilizados noutros processos e podem ter desenvolvido avarias intermitentes ou menor rendimento.

### 5.2.2. A escolha da caixa

Definida a configuração física do microprocessador, nomeadamente a localização dos furos para fixação e a disposição das portas e conectores, houve que procurar conceber uma caixa que alojasse os componentes que prevíamos fossem internos à mesma.

A caixa deveria possibilitar o encaixe do ecrã e possuir profundidade suficiente para alojar o Raspberry Pi, a bateria ou powerbank e os cabos essenciais para ligação dos componentes. Deveria ainda possuir aberturas para facilmente serem acedidos alguns componentes, de que era exemplo o cabo para recarregar a aquela fonte de energia ou ligar em permanência o comunicador a uma fonte externa.

Começámos por verificar se existiriam planos que pudessem ser descarregados e utilizados para fazer a impressão em 3D de uma caixa sem necessidade de proceder a alterações significativas, o que nos permitiria poupar tempo e esforço.

No sítio Thingiverse encontrámos dois modelos que nos pareceram adequados para testar a adequabilidade do alojamento dos componentes e manipulação do sistema.

Um destes denomina-se “Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen”<sup>76</sup> e as suas dimensões pareceram-nos adequadas, tanto externamente para manipulação como internamente para alojamento dos componentes.



Imagem 45 - Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

---

<sup>75</sup> Loja Mauser: [https://mauser.pt/catalog/product\\_info.php?cPath=1667\\_2620\\_1672&products\\_id=096-5700](https://mauser.pt/catalog/product_info.php?cPath=1667_2620_1672&products_id=096-5700). Acedido em 18 de setembro de 2019.

<sup>76</sup> <https://www.thingiverse.com/thing:1481333>. Acedido em 7 de março de 2019.

Outra das caixas denomina-se “Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable”<sup>77</sup> e possui um espaço menor para alojamento dos componentes. No entanto, possibilita uma melhor preensão devido a possuir uma menor espessura nas extremidades.



Imagem 46 - Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

Para o ecrã de 5 polegadas, e uma vez que verificámos que as dimensões do mesmo não seriam as mais adequadas, adquirimos mesmo assim um stand<sup>78</sup> que nos permitiu testar a sua funcionalidade como comunicador de mesa ou fixo.



Imagem 47 - Stand para ecrã de 5 polegadas

Descarregámos do sítio Thingiverse os ficheiros que contêm o conjunto de instruções necessárias às impressoras 3D para gerar as peças respetivas, os quais são de livre utilização tanto para a criação das mesmas como para alterações que se pretendam efetuar.

---

<sup>77</sup> <https://www.thingiverse.com/thing:1503651>. Acedido em 18 de março de 2019.

<sup>78</sup> Disponível, por exemplo, a partir de [https://pt.banggood.com/5-Inch-LCD-Screen-Display-Acrylic-Case-Stander-Holder-For-Raspberry-Pi-3BPlus-p-1392400.html?rmmds=myorder&cur\\_warehouse=CN](https://pt.banggood.com/5-Inch-LCD-Screen-Display-Acrylic-Case-Stander-Holder-For-Raspberry-Pi-3BPlus-p-1392400.html?rmmds=myorder&cur_warehouse=CN). Acedido em 18 de agosto de 2020

### 5.2.2.1. Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

Para testar a adequabilidade da caixa *Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen* procurámos no sítio OLX<sup>79</sup> quem efetuasse serviços de impressão 3D, tendo encomendado o mesmo a partir dos ficheiros disponibilizados pelo autor da caixa. No anexo 3 podem ser consultados em maior detalhe algumas representações das peças.

Chegada a caixa, detetámos dois possíveis problemas que poderiam inviabilizar a utilização da mesma:

- a) A fraca qualidade do material utilizado para a impressão, o qual colocava em causa a robustez do comunicador:

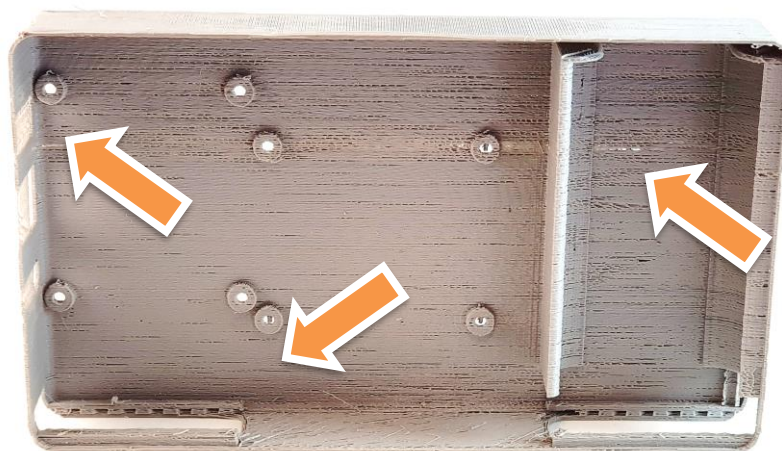


Imagem 48 - Qualidade de impressão da primeira caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

- b) O espaço reservado à colocação da fonte de energia (bateria, pilhas ou powerbank) era relativamente pequeno e poderia inviabilizar a colocação dos powerbank que possuíamos e que seriam eventualmente adequados:

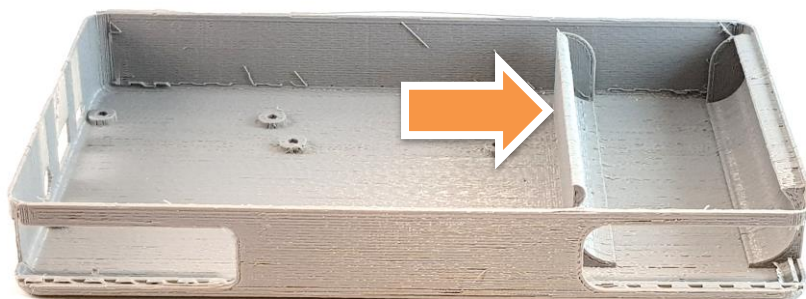


Imagem 49 - Espaço reservado à fonte de energia

---

<sup>79</sup> <https://www.olx.pt/>. Acedido em 18 de novembro de 2019.

### 5.2.2.2. Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

Encomendámos também utilizando o mesmo método a caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable, cujos planos podem ser vistos no anexo 4, a qual nos chegou revelando ter sido utilizado um material de melhor qualidade.

Tinha menos rugosidades, não possuía falhas no processo de impressão e a sua espessura era consideravelmente maior.



Imagem 50 - Parte traseira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

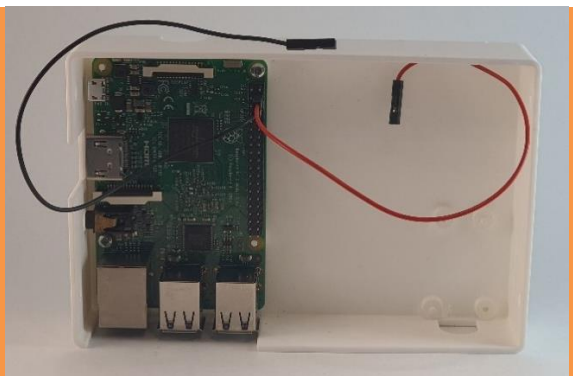


Imagem 51 - Parte dianteira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

A caixa possui duas peças de ligação entre as partes principais.

Esta caixa possuía as seguintes desvantagens:

a) A parte traseira não permitia a colocação de um powerbank de dimensões razoáveis, limitando a autonomia do comunicador. Veja-se aqui o espaço disponível após a fixação do Raspberry Pi.



b) A placa de controlo do ecrã de 7 polegadas ocupava quase todo o espaço restante para além daquele que o Raspberry Pi já requeria, dificultando a colocação de um powerbank;



c) As peças de união entre as duas partes da caixa obrigavam a que fossem utilizados parafusos para as unir, dificultando o acesso rápido aos seus componentes.



d) Deixa permanentemente expostas as portas USB e ethernet.



Tabela 3 - Desvantagens da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

As suas vantagens pareceram-nos ser as seguintes:

- a) Caso não seja necessária alimentação interna, esta caixa parece adequar-se melhor a locais onde possa estar permanentemente ligada a uma fonte de energia externa devido às suas mais reduzidas dimensões;

- b) É uma caixa com boa ergonomia, uma vez que permite a manipulação do comunicador com maior facilidade de se recorrer às palmas das mãos;
- c) A sua união é mais resistente.

Considerando que as desvantagens desta caixa se sobreponham às vantagens, regressámos ao modelo referido em primeiro lugar procurando encontrar um modo de obviar aquele que nos pareceu ser o maior impedimento à materialização do comunicador: o alojamento do powerbank.

Nas imagens seguintes pode verificar-se que o espaço definido para o efeito era manifestamente insuficiente para uma fixação adequada.



Imagem 52 - Teste com powerbank com espessura reduzida (e menor capacidade)



Imagem 53 - Teste com powerbank com espessura aumentada (e maior capacidade)

Tentámos ainda laminar uma parte do apoio, a fim de nivelar a caixa naquele sítio, mas a fraca qualidade do material de impressão fez com que abandonássemos essa possibilidade, sob pena de a quebrarmos. Uma vez que pretendíamos encomendar outro exemplar desta caixa, elaborada com materiais de melhor qualidade, decidimos solicitar ao fornecedor que editasse os planos da mesma e removesse aqueles apoios.

Convirá nesta altura lembrar que os ficheiros que descarregamos do sítio Thingiverse podem ser editados por programas de modelagem 3D e reconfigurados segundo as nossas necessidades.

*Dica:* É possível conceber e imprimir em 3D peças para projetos académicos a muito baixo custo, ou até nenhum, nas estruturas que já existem nas instituições académicas vocacionadas para a investigação e prestação de serviços à comunidade no âmbito das tecnologias. O FabLab<sup>80</sup> da ESE-IPSantarém é um excelente exemplo.

### 5.2.2.3. A nova versão da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

Procurámos de novo um fornecedor no sítio OLX, acautelando desta vez a qualidade final das peças e solicitando que este removesse os suportes para o espaço destinado à fonte de energia, para que pudéssemos de uma forma mais flexível colocar a mesma de acordo com as suas dimensões e orientação das portas USB. Considerámos que a altura da mesma podia ser insuficiente para alojar um powerbank com espessura significativa, pelo que solicitámos também que esta fosse aumentada em 5mm.

Na imagem seguinte podem ser percecionadas estas solicitações.

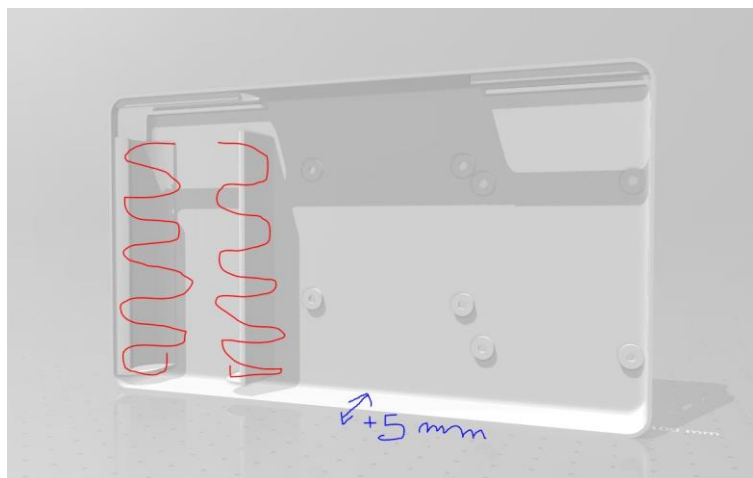


Imagem 54 - Pedido de alterações à estrutura da caixa

Este exemplar chegou-nos respeitando estes requisitos, podendo verificar-se na imagem seguinte a robustez da sua estrutura e a remoção dos suportes. No que diz respeito à parte dianteira, ou seja, àquela que suporta o ecrã, não houve necessidade de efetuar alterações, para além do incremento da qualidade de impressão.

---

<sup>80</sup> Acessível a partir de <http://w3.esesantarem.pt/fablab/>. Acedido em 31 de agosto de 2020.



Imagem 55 - Detalhe da qualidade de impressão da nova caixa

Resolvida esta situação, necessitávamos encontrar uma fonte de energia que possibilitasse a portabilidade do comunicador.

### 5.2.3. A escolha do powerbank

Tanto o ecrã como o Raspberry Pi consomem energia, a qual pode ser fornecida através de qualquer um destes dispositivos. Isto significa que caso se ligue o cabo de alimentação ao Raspberry Pi, este pode alimentar o ecrã, e o recíproco também pode acontecer.

Esta funcionalidade dá-nos flexibilidade para colocar o cabo conforme considerarmos mais adequado de acordo com a saída de energia do Powerbank.

O consumo médio do Raspberry Pi modelo 3B+ é de 350 mAh no estado de esforço mínimo. Quando está a usar em pleno o seu SoC é de 950 mAh<sup>81</sup>. Já o ecrã de 7 polegadas consome no máximo cerca de 500 mAh<sup>82</sup>.

Os powerbank existem sob variados formatos e capacidades de armazenamento, pelo que para garantir uma autonomia razoável considerámos adequado um modelo de pelo menos 4000 mA, o qual garantiu aproximadamente 3 horas de utilização do comunicador, de acordo com os testes que efetuámos.

Utilizámos um exemplar do modelo SBS Pocketline<sup>83</sup>, que já possuíamos, o qual nos pareceu adequado visto ter dimensões que se ajustavam às da caixa. Este modelo possui duas saídas de energia USB e é carregado por uma micro USB.

As suas especificações técnicas são as seguintes:

---

<sup>81</sup> Dados recolhidos em 2 de setembro de 2020 do [pidramble.com](https://www.pidramble.com/wiki/benchmarks/power-consumption), a partir da página <https://www.pidramble.com/wiki/benchmarks/power-consumption>

<sup>82</sup> Dados recolhidos do sítio oficial do Raspberry Pi, em <https://www.raspberrypi.org/blog/the-eagerly-awaited-raspberry-pi-display/>. Acedido em 3 de setembro de 2020.

<sup>83</sup> Dados recolhidos no sítio Worten.pt, a partir de <https://www.worten.pt/telemoveis-e-pacotes-tv/acessorios-de-telemovel/powerbanks/powerbank-sbs-pocketline-4000-mah-2-usb-1-microusb-branco-6934983>. Acedido em 3 de setembro de 2020.

- Capacidade: 4000 mAh
- Carregamento “inteligente”
- Entrada: Micro USB
- Saída: 2 USB (1A e 2.1A)
- Bateria de polímero de lítio



Imagem 56 - Powerbank SBS Pocketline de 4000 mAh

*Dica:* caso os powerbank possuam duas saídas de alimentação, estas são geralmente de potências diferentes. Salvo eventual contraindicação, devemos utilizar aquela que disponibiliza maior potência para alimentar os dispositivos a fim de prevenir tempos de recarregamento maiores ou subalimentação dos mesmos.

#### **5.2.4. Escolha da coluna de som sem fios**

Com o objetivo de dotar o comunicador de capacidades de reprodução de áudio, o qual enriquece a percepção de quem observa as escolhas do utilizador através da reprodução de ficheiros de síntese de voz ou de vocalizações concebidas especificamente para cada célula, seria possível optar por uma coluna de som permanentemente conectada ao comunicador através da tomada AV de 3,5mm. Esta opção teria a desvantagem de fazer com que este fosse menos portátil, ao aumentar as dimensões do mesmo uma vez que seria necessário uni-los, ou fazer com que fosse necessário transportar e manipular dois objetos independentes unidos por um cabo simultaneamente.

Uma alternativa consistiria em fazer uso das capacidades de comunicação Bluetooth do Raspberry Pi e de colunas portáteis que também possuem esta funcionalidade.

Assim, a coluna é independente do comunicador, podendo ser colocada a alguma distância do mesmo ou ser transportada relativamente distante numa mochila ou mala, por exemplo. A distância entre estes objetos só é limitada pelos requisitos da tecnologia Bluetooth, a qual constringe a alguns metros o afastamento entre os mesmos.

Existem alternativas de acoplamento de colunas ao Raspberry Pi através da adição de componentes específicos, nomeadamente de amplificador e de colunas de reduzida

dimensão, mas o preço dos mesmos faria com que o termo “dispositivo de baixo custo” ficasse mais afastado da realidade, pelo que optámos por não seguir essa via.

Algumas colunas sem fios fazem ainda uso do mesmo formato de ficha para carregamento das baterias, podendo usar o mesmo carregador que o powerbank, como é o caso da seguinte, com os consequentes ganhos em termos de portabilidade.

Possuíamos dois exemplares de colunas que nos pareceram adequadas para testar esta adequação.

Uma é vulgarmente comercializada em lojas de artigos eletrónicos e é fabricada por uma marca empresa conhecida entre os audiófilos: trata-se de uma JBL Go.



Imagem 57 - Coluna sem fios JBL Go

Tem uma potência de 3W, uma autonomia de bateria de 5 horas em funcionamento permanente, uma entrada áudio de 3,5mm, podendo ser ligada ao comunicador, caso queiramos, por esta via, possui controlo de volume e pesa 130 g.

As suas dimensões são 6,83 cm x 8,27 cm x 3,03 cm<sup>84</sup>.

Outra é uma denominada coluna de duche uma vez que possui uma ventosa que viabiliza a fixação em superfícies verticais, com impermeabilidade a salpicos.



Imagem 58 - Coluna de duche sem fios BTS-06

---

<sup>84</sup> Dados recolhidos do sítio Worten.pt, a partir de <https://www.worten.pt/tv-video-e-som/som-portatil/colunas-portateis/coluna-jbl-go-preto-5572076>. Acedido em 9 de setembro de 2020.

Possui uma potência não revelada pelo fabricante, mas que deve ser idêntica à da anterior. A sua autonomia é também de 5 horas em funcionamento permanente. Não possui entrada de áudio e o seu peso é de 150 g.

As suas dimensões são de 6 cm x 6 cm x 5 cm<sup>85</sup>.

- O recarregamento faz-se através de cabo dedicado, implicando que mais um componente deva ser transportado caso seja necessário.
- Enquanto a testávamos, verificámos também um decréscimo significativo da autonomia da bateria, o que indicia uma menor qualidade de fabrico.
- O seu peso também é maior, influenciando o conforto do seu transporte.

A vantagem de possuir ventosa e, portanto, ter maiores capacidades de alocação a objetos não atenua aquelas desvantagens, pelo que a escolha nos pareceu óbvia.

No final, optámos por usar a JBL Go visto termos encontrado melhores funcionalidades nessa coluna.

### **5.2.5. A opção pelo interruptor**

Conforme referimos anteriormente, o Raspberry Pi não possui interruptor.

Daqui resulta que caso esteja ligado a uma bateria recarregável, como é o caso dos powerbank, esteja permanentemente a consumir energia, visto que mesmo com o sistema encerrado existe um consumo residual que é efetuado para que a funcionalidade de inicialização através de impulsos recebidos pela rede, denominado arranque via TFTP<sup>86</sup>, possa ser efetuada. Caso esteja ligado em permanência a um transformador este consumo também se verifica.

Esta funcionalidade é pouco recomendável para um sistema portátil, resultando num mais rápido consumo da energia acumulada nas baterias e conseqüente na necessidade de efetuar o seu carregamento mais frequentemente.

Com o intuito de procurar ultrapassar esta desvantagem, testámos a possibilidade de adicionar um interruptor que efetivamente ligasse ou desligasse o sistema.

Inicialmente optámos por adequar um interruptor de botão de pressão, em que dois terminais estão normalmente desligados e estabelecem ligação quando o interruptor é ativado. A pressão seguinte desliga o circuito.

Adquirimos um botão de baixo custo e soldámos dois fios com terminais que podiam ser acoplados à interface GPIO. Essa adequação pode ser vista na imagem seguinte, no canto

---

<sup>85</sup> Dados recolhidos do sítio [powerplanetonline.com](https://www.powerplanetonline.com), a partir de <https://www.powerplanetonline.com/coluna-bluetooth-bt06-pt>. Acedido em 9 de setembro de 2020.

<sup>86</sup> Trata-se de um protocolo de transferência de ficheiros geralmente utilizado para transferir pequenos ficheiros entre hospedeiros numa rede, tal como quando um terminal remoto ou um cliente inicia o seu funcionamento, a partir do servidor.

inferior esquerdo.

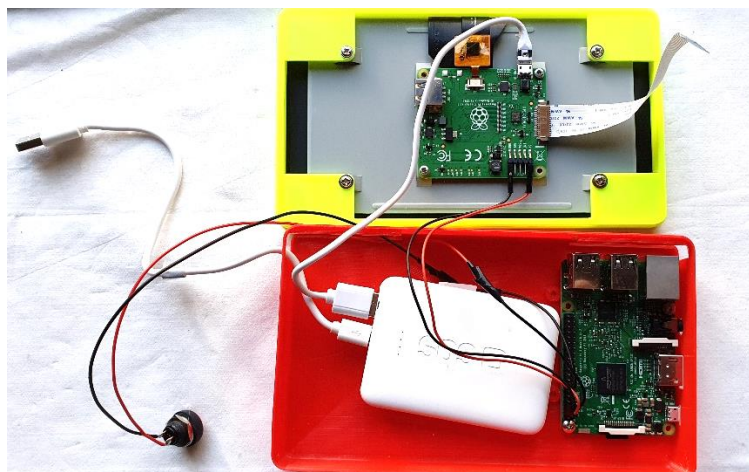


Imagem 59 - Testes com o interruptor baseado num botão de pressão

Efetuada a devida configuração do sistema, que pode ser consultada no anexo 6, verificámos que continuávamos a ter o mesmo problema de consumo de energia. Conseguíamos iniciar ou desligar o sistema, mas apenas isso, uma vez que este apenas “adormecia”, mas continuava a drenar o powerbank. Esta implementação não nos pareceu adequada.

Considerámos a alternativa da adoção de um interruptor de passagem com polo único, em que a pressão do botão fecha ou abre o circuito.

Na imagem seguinte pode observar-se o dispositivo que criámos para testar a funcionalidade desta implementação.



Imagem 60 - Interrptor de passagem com polo único

Usámos um cabo com uma extremidade micro USB “macho” e outra USB fêmea, cujo revestimento foi em parte retirado para aceder ao fio que conduz a energia. Seccionado este, ligaram-se as extremidades aos terminais do interruptor. Este cabo foi então colocado ligado à saída de energia do powebank e à entrada da mesma na placa controladora do ecrã, que como adiante veremos, alimenta o sistema.

Esperávamos também que o botão pudesse ser colocado na caixa de forma que apenas este fosse protuberante, criando-se deste modo um interruptor de fácil manipulação.

Infelizmente também aqui os resultados não foram os esperados, visto termos verificado que o sistema era instável no seu funcionamento, eventualmente fruto da muito reduzida dimensão do cabo que fazia contacto com os terminais e da nossa inabilidade para o fixar de forma mais consistente.

No entanto, porque por vezes funcionava, procurámos uma alternativa baseada no mesmo princípio de funcionamento, a qual após pesquisas longas e frequentemente frustrantes, encontrámos sob a forma do interruptor descrito no subcapítulo anterior, o qual considerámos que poderia também perspetivar a funcionalidade de “pega” do comunicador, em 5.1.2.6.

### **5.2.6. Configuração dos quadros de comunicação**

Referimos anteriormente que optámos por usar o sítio Picto4me para a criação de quadros de comunicação. Para aceder a este sítio são-nos solicitadas as credenciais de uma conta Google, a qual podemos criar especificamente para o utilizador a quem vamos atribuir o comunicador.

O processo de criação exige a criação de uma palavra-passe que deve estar na posse de quem pretende criar ou alterar quadros, assim como o telemóvel cujo número de chamada foi fornecido durante este processo, uma vez que por vezes a empresa envia códigos de confirmação de acesso que são recebidos no mesmo.

Referimos também que os ficheiros relativos aos quadros de comunicação ficam alojados no espaço Google Drive daquela conta.

Descreveremos seguidamente as funcionalidades principais das várias opções de menu que são disponibilizadas, assim como se efetua a configuração individual das células, a criação de quadros e as ligações entre os mesmos.

Obviamente, à data da escrita deste trabalho de projeto, estas eram as que podiam ser encontradas, mas uma vez que o sítio continua a ser desenvolvido, outras poderão existir à data da sua leitura.

Após ser efetuado o registo, deparamo-nos com um quadro em branco que possui é denominado “Projeto sem nome”<sup>87</sup>:

---

<sup>87</sup> Esta e as imagens seguintes que dizem respeito à descrição das funcionalidades da interface do sítio foram capturadas em 7 de setembro de 2020, a partir de <https://board.picto4.me/>. Algumas imagens foram ampliadas para melhor perceção.

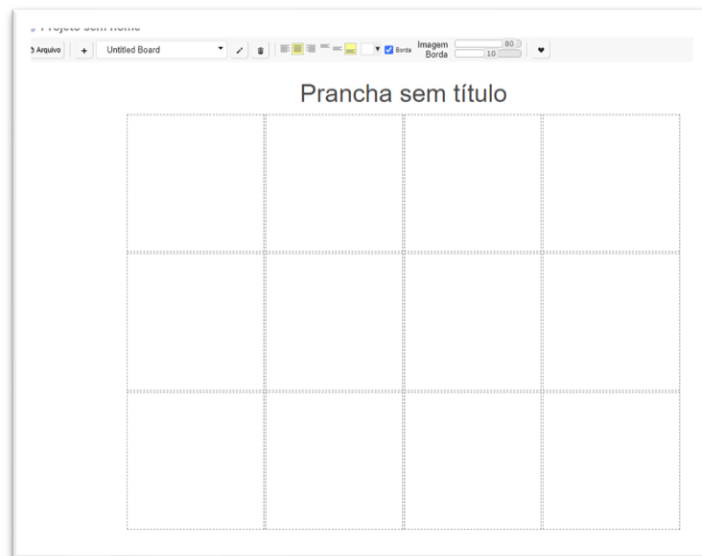


Imagem 61 - Quadro inicial após registo no sítio Picto4me

Começamos por dar um nome ao nosso projeto, com o intuito de melhor identificar a destinatária dos seus conteúdos. Ativamos com o rato “Projeto sem nome” e renomeamo-lo para “Comunicador da Margarida”, nome fictício.

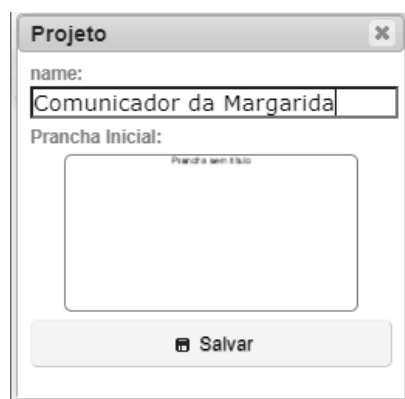


Imagem 62 - Atribuição de nome significativo ao projeto

Isto fará com que no espaço Google Drive da conta ativa seja criado um ficheiro que conterà todas as informações relativas a este projeto. Quando se criam vários quadros que fazem parte do mesmo projeto, estes ficam incorporados naquele ficheiro. Podem ser criados tantos projetos quanto os desejados, sendo atribuído a cada um identificador único, como adiante ilustraremos.

Renomeado o projeto, há que atribuir também um nome ao quadro inicial, que inicialmente se denomina “Untitled Board”. Escolhemos, por uma questão de comodidade, o nome “Principal”. Para tal, há que seleccionar o símbolo que se encontra à direita do nome, parecido com um conta-gotas.

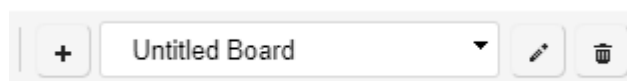


Imagem 63 - Edição de nome de quadro

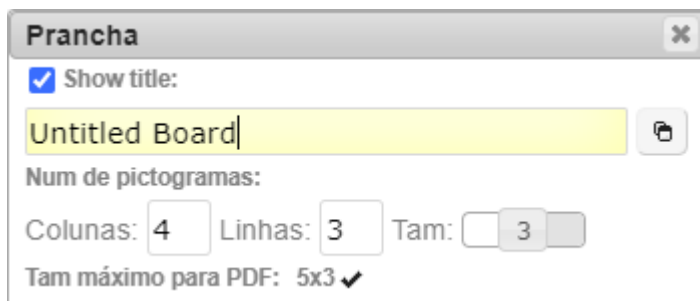


Imagem 64 - Estrutura do quadro de atribuição de nome e definição da matriz de células e respetivo tamanho

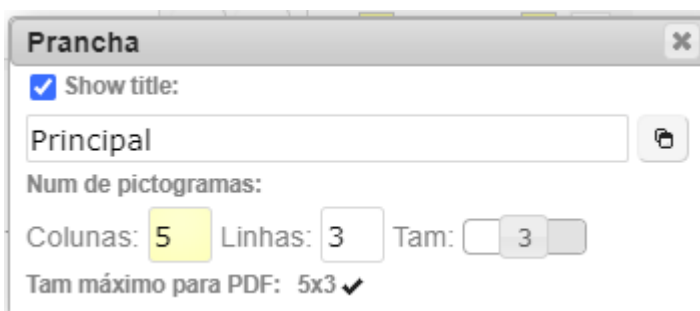


Imagem 65 - Alteração do nome do quadro e matriz de células

Na sequência de imagens anterior podemos observar como se alterou o nome do quadro e como se mudou o número de colunas de 4 para 5.

Existe ainda outra caixa de seleção denominada “Tam” que permite determinar o tamanho das células, recorrendo a valores entre 1 e 6. O valor predeterminado é o 3, o qual considerámos adequado para as dimensões do nosso ecrã, mas aqui, como noutros casos, convirá ter em atenção as características do dispositivo de saída, assim como a acuidade visual do utilizador, implementando as adequações necessárias.

O botão “+”, que se situa à esquerda do nome do quadro permite criar um quadro, enquanto o botão com o símbolo de um caixote do lixo, à sua direita, permite eliminar do projeto o quadro ativo.

Este passou a ser o aspeto do nosso quadro:

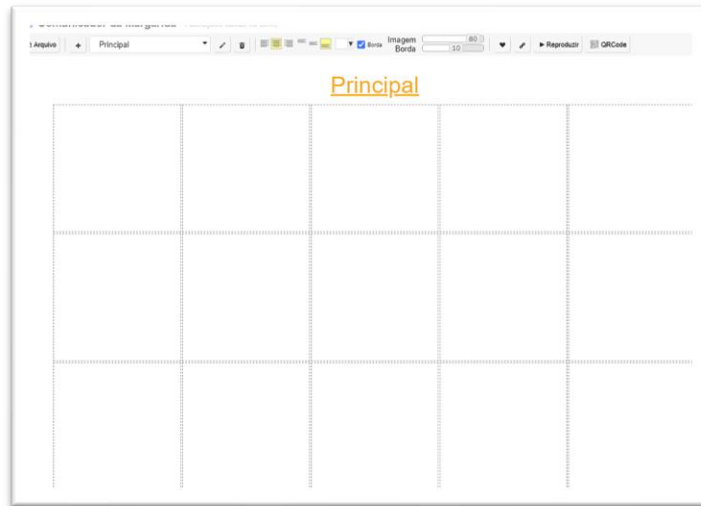


Imagem 66 - Quadro com alterações de nome e matriz de células

À esquerda daquela sequência daquela sequência existe um botão denominado “Arquivo”, que permite efetuar o seguinte conjunto de operações:

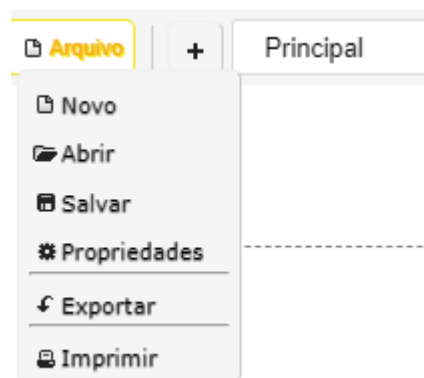


Imagem 67 - Opções do botão "Arquivo"

- **Novo** – Cria um projeto.
- **Abrir** – Abre um projeto.
- **Salvar** – Força a gravação do projeto ativo. O sítio guarda automaticamente as alterações que se vão implementando, mas por segurança pode ser ativada esta funcionalidade.
- **Propriedades** – Exibe as propriedades do projeto ativo.
- **Exportar** – Permite o descarregamento para o ambiente de trabalho ou para uma unidade de armazenamento externa de um ficheiro comprimido com os conteúdos do projeto. Este ficheiro pode ser utilizado para, após descomprimido, ser colocado no espaço Google Drive de outra conta e ser editado ou utilizado a partir desta.

- **Imprimir** – permite a impressão do quadro de comunicação ativo, tanto em papel como gerando um ficheiro .pdf, caso exista uma impressora virtual para este formato configurada no sistema informático do editor.

No que diz respeito às propriedades, que curiosamente aparecem com o título “configurações” quando ativamos essa função, podemos observar as seguintes funcionalidades:

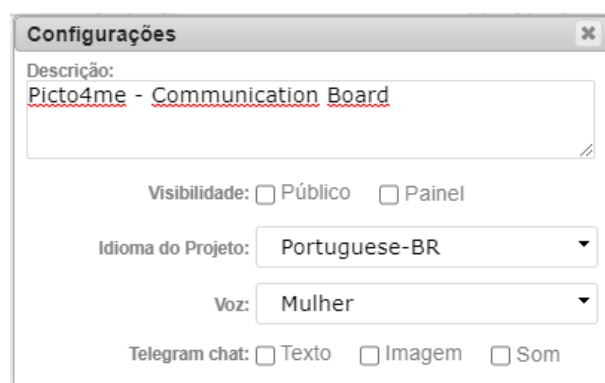


Imagem 68 - Configuração das propriedades do projeto

- **Descrição:** Local onde se descrevem as temáticas e objetivos do projeto, assim como, por exemplo, a população a que se destina. Esta informação surge caso ativemos a funcionalidade “Painel” e é bastante útil para que outros verifiquem a utilidade de explorar o projeto que concebemos. Não poderão alterar o nosso projeto, mas poderão importá-lo para o mobilizarem tal como está ou alterá-lo, no espírito do software livre que atrás referimos.
- **Visibilidade:** Quando escrevemos este documento, a visibilidade “Público” não está ativa, podendo o projeto ser percecionado apenas por quem se encontra registado no sítio Picto4me e tenhamos ativado a opção “Painel”<sup>88</sup>.
- **Idioma do Projeto:** À data, apenas se podem selecionar os Português – Brasil, Inglês e Castelhana.
- **Voz:** Feminina ou Masculina
- **Telegram chat:** o Picto4me implementa a possibilidade, que não exploraremos no contexto do nosso trabalho de projeto, de utilizar o mensageiro Telegram para enviar Texto, Imagem e Som. Podemos selecionar qualquer uma destas funcionalidades.

---

<sup>88</sup> Em diversos locais da interface por vezes o termo que aparece para ser ativado não corresponde ao que surge após essa ativação. São exemplo propriedades – configurações e painel – galeria. Existe assim alguma incongruência que poderá derivar da tradução automática de alguns termos que nalguns casos é efetuada para Português – Brasil e noutras para Português – Portugal.

À direita do “caixote do lixo” encontramos estes seis formatadores globais de texto das células:

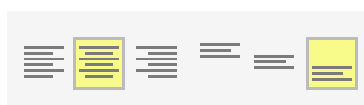


Imagem 69 - Formatadores globais de texto das células

Utilizamos o termo “globais” uma vez que a sua seleção afeta de forma global todas as células de um quadro. Assim, da esquerda para a direita, podemos alinhar o texto à esquerda, ao centro ou à direita, e na parte superior, no centro, ou na parte inferior. Caso queiramos alinha de forma diferente uma ou mais células, esse processo pode ser efetuado quando editamos a célula, uma vez que estas funcionalidades também aí estão presentes. Nesse caso, apenas essa célula é afetada.

Seguidamente encontramos as funcionalidades referentes à cor da moldura das células, aqui denominada “Borda”, à área ocupada pelas imagens ou símbolos nas células e à espessura da moldura:

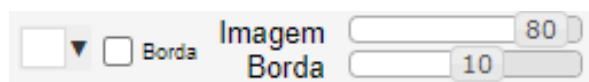


Imagem 70 - Formatação da moldura e mancha das imagens ou símbolos

O primeiro quadrado permite a escolha de cor das molduras de todas as células. No presente caso, está selecionada a branca.

A funcionalidade seguinte permite marcar ou desmarcar um quadrado de seleção denominado “Borda”, mas não parece estar ativo, uma vez que os quadros se mantêm idênticos, quando visualizados no modo de reprodução.

Os valores para “Imagem” variam entre 10 e 100 e dizem respeito à mancha ocupada pelas imagens ou símbolos nas células em percentagem das áreas das mesmas. Já os valores para “Borda” variam entre 0 e 20 e dizem respeito à espessura da moldura expresso em percentagem das áreas das células. Tanto os valores de “Imagem” como de “borda” afetam todas as células de um quadro.

Também aqui é possível alterar a mancha de uma imagem ou símbolo de células específicas editando-as individualmente e alterando o valor. Neste caso, esta alteração apenas se reflete naquelas células.

A opção seguinte está graficamente representada através de um coração:

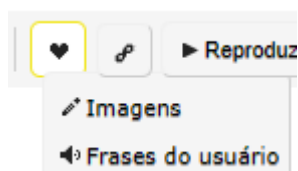


Imagem 71 - Opções de bibliotecas de imagens, símbolos pictográficos e frases do utilizador

Aqui podemos efetuar tarefas relativas às bibliotecas de imagens e de símbolos pictográficos, assim como validar os ficheiros de síntese de voz que resultam dos termos ou textos que definimos em cada célula.

Quando seleccionamos “Imagens”, surge-nos um quadro que nos permite efetuar um conjunto de tarefas:

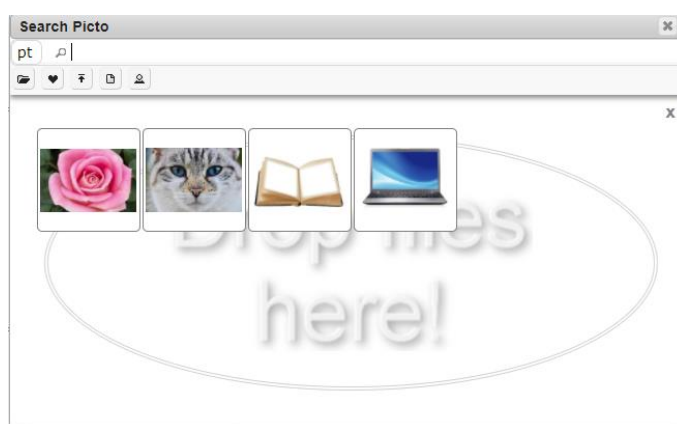


Imagem 72 - Funcionalidades da opção "Imagens"

Da esquerda para a direita e de cima para baixo, podemos

- Escolher a língua em que desejamos procurar uma imagem ou símbolo pictográfico. Neste escasso, temos escolhido a portuguesa, pelo que está visível “PT”.
- Ativar ou desativar bibliotecas de imagens ou símbolos pictográficos. Presentemente o Picto4me possui incorporadas as seguintes:

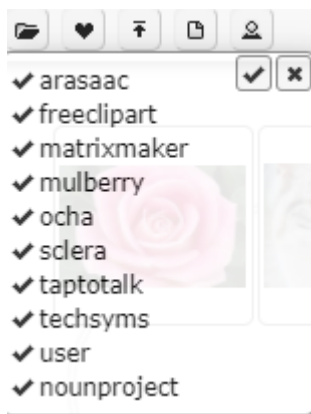


Imagem 73 - Bibliotecas de imagens e símbolos pictográficos disponibilizadas pelo Picto4me

- Percecionar e escolher conteúdos digitais carregados para a nossa biblioteca. Aqui verificamos que já carregámos quatro conteúdos, os quais podem ser utilizados nas células<sup>89</sup>.
- Carregar conteúdos digitais para a nossa biblioteca. Estes conteúdos podem ser editados para alterar algumas das suas características, bastando seleccioná-los e escolher entre editar, adicionar uma gravação áudio, eliminar e adicionar à célula ativa.



Imagem 74 - Edição de conteúdos digitais

- Usar “plugins”, ou seja, atividades previamente concebidas e que podem ser ativadas numa célula. Quando escrevemos este relatório, a funcionalidade parece não estar implementada.
- Tirar uma fotografia com a câmara do computador.

A funcionalidade “Frases do usuário” permite ouvir ficheiros de síntese de voz que resultam dos termos ou textos que definimos em cada célula, e caso queiramos, apagá-los para gerar de novo aqueles ficheiros.

Continuando o nosso percurso pelas funcionalidades da interface de desenho de quadros de comunicação do Picto4me, chegamos ao botão de partilha, que surge com o símbolo geralmente associado a uma hiperligação:



Imagem 75 - Partilha de projeto

Recorrendo a esta funcionalidade, podemos partilhar o nosso projeto com outros utilizadores que possuam conta Google.

---

<sup>89</sup> O carregamento faz-se arrastando os conteúdos digitais, que devem estar no formato .jpeg, para aquela janela.

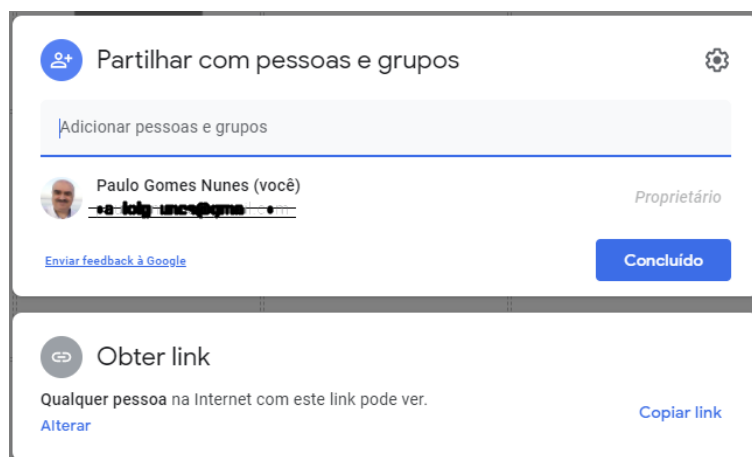


Imagem 76 - Opções de partilha de projeto

No símbolo de roda dentada que encontramos no canto superior direito podemos indicar se outros editores podem alterar as permissões e fazer novas partilhas e ainda se os leitores e os comentadores podem aceder às opções para transferir, imprimir e copiar. Quando se escolhe “obter link”, a opção que surge inicialmente é a de tornar visível o projeto utilizando aquela referência. No entanto, podemos mudar esta opção para que o link do projeto permita que sejam efetuados comentários ou que permita a edição do projeto.

Até agora temo-nos referido às funcionalidades de edição do projeto e dos respetivos quadros de comunicação. O Picto4me, para além desta vertente fundamental, disponibiliza aquela que é usada quando se mobilizam estes projetos: o reprodutor, ou “player”. Trata-se da interface com que o utilizador vai ter contacto, uma vez que não faz sentido que este interaja na modalidade de edição, podendo provocar alterações indesejadas.

O reprodutor constitui-se assim como a modalidade funcional do Picto4me, estando acessível também através de uma hiperligação que pode ser acedida por qualquer browser. Para obter este endereço basta ativar essa função, a qual pode ser encontrada com este símbolo:

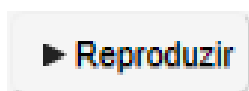


Imagem 77 - Acesso ao reprodutor, ou "player"

O browser onde ativamos o reprodutor gera uma nova janela, onde podemos encontrar essa hiperligação. O projeto que desenvolvemos para o nosso comunicador gera a seguinte:

```
https://player.picto4.me/agxzfnBpY3RvczR3ZWJyVQsSCFByb2ZpbGVzIhUxMDQ5OTQxMTQ4MzY3ODc1NTIzMjgMCxILVXNlclByb2pIY3QiITFLdEw4WVIGdk9hQnIMbjY0dFZPQmNFRG5uM2tfd3kyQgw/0
```

Quase a terminar a exploração das funcionalidades que podem ser acedidas através da interface de edição, deparamos-nos com a possibilidade de geração de um QRCode<sup>90</sup>:

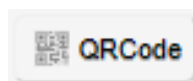


Imagem 78 - Criação de QRCode para acesso ao projeto na modalidade de reprodução

Ativada esta funcionalidade é gerado o QRCode, que pode ser impresso ou enviado por correio eletrónico, evitando-se a utilização da hiperligação que indicámos anteriormente.



Imagem 79 - QRCode do projeto

É necessário, no entanto, que quem o pretenda utilizar possua um dispositivo equipado com câmara de vídeo para fazer a sua interpretação.

No canto superior direito da interface de edição surgem dois acessos, que dizem respeito à utilização do mensageiro telegrama e ao perfil do editor.



Imagem 80 - Acesso ao Telegram e ao perfil do editor

O primeiro diz respeito à partilha do quadro através daquele mensageiro, que pode ser mobilizado na modalidade de reprodução.

O perfil dá acesso a uma galeria de projetos que foram disponibilizados pelos seus editores para reutilização, a uma página de apoio efetuado pela equipa do Picto4me onde podemos colocar questões através do preenchimento de um formulário, à possibilidade de criar e gerir um grupo de editores do projeto e ainda às configurações do editor, onde podemos seleccionar o idioma predefinido para a interface de edição.

Abordaremos seguidamente a funcionalidade de edição das células. Quando clicamos sobre uma célula, surge-nos a seguinte janela, que é constituída por diversas opções:

---

<sup>90</sup> Consulte-se a descrição efetuada anteriormente acerca desta modalidade de hiperligação.

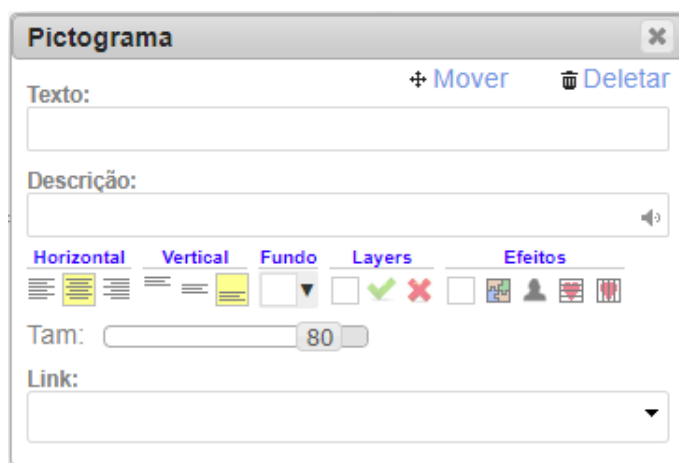


Imagem 81 - Janela de edição de célula

- Mover – Move uma célula para outra posição no quadro de comunicação. A célula que ocupa o local onde vai ficar alojada troca de posição.
- Deletar – Apaga o conteúdo da célula
- Texto – conteúdo textual que surge na célula. É opcional.
- Descrição – conteúdo textual que vai fazer gerar, se necessário, o ficheiro de síntese de voz da célula<sup>91</sup>. É também opcional e não necessita ser igual ao que surge em “texto”. Por exemplo, podemos colocar “cão” na área de texto e “O meu cão chama-se Tobias” na área de descrição. O ficheiro de síntese de voz que é gerado reproduz esta última frase.
- Horizontal e Vertical – Disposição do texto na célula.
- Fundo – Cor da fronteira da célula.
- Layers – Permite a justaposição à imagem ou pictograma de um sinal de “visto” ou de “X”. O quadrado branco anula essa justaposição.
- Efeitos – Permite a criação de “puzzles” a partir da imagem ou pictograma da célula, o preenchimento da imagem ou pictograma a preto, e ainda a sua divisão em faixas horizontais ou verticais. Também aqui o quadrado branco anula o efeito que foi aplicado.
- Tam – define o tamanho da mancha ocupada pela imagem ou pictograma na célula em percentagem da área da mesma.
- Link – Permite seleccionar o “salto” para outro quadro de comunicação que faz parte do projeto<sup>92</sup>. Obviamente, este deve já ter sido criado, para que possa ser aqui seleccionado.

<sup>91</sup> É essencial clicar no símbolo da “corneta” quando se cria a descrição, a fim de gerar o ficheiro de síntese de voz. Caso contrário, no modo de reprodução, este não é audível.

<sup>92</sup> O quadro de destino deve ter também definida a possibilidade de se regressar ao quadro de origem, implementando a mesma funcionalidade numa célula.

Efetuada a descrição sumária das funcionalidades do editor, poderão ser observados os resultados da sua mobilização no subcapítulo seguinte, em que descreveremos o projeto criado e os quadros de comunicação que foram gerados com recurso ao Picto4me.

### 5.3. O que obtivemos

Efetuada a bordagem dos componentes principais que seleccionámos para a implementação do comunicador, é chegada a vez de descrever o produto final.

#### 5.3.1. O hardware

A montagem do hardware teve início na fixação do ecrã à moldura para este concebida, a qual constitui uma das quatro peças da caixa<sup>93</sup>.

A sua fixação faz-se através da união recorrendo a quatro parafusos que unem as protuberâncias preexistentes na parte traseira do ecrã às perfurações da moldura:



Imagem 82 - Fixação do ecrã à moldura

Podemos também observar que a placa controladora que acompanha o ecrã tem já fixada a fita de comunicação que irá ser unida ao Raspberry Pi, a qual conduz os sinais de vídeo e permite ainda a funcionalidade de ecrã de toque.

A fixação do microcomputador à parte traseira da caixa faz-se da mesma forma, no local previsto para a colocação dos parafusos. Na figura seguinte pode observar-se que a da caixa do Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen destina um dos extremos para a fixação, procurando que a placa controladora do ecrã não entre em contacto com o Raspberry Pi ou

---

<sup>93</sup> Uma descrição do processo de acoplamento do ecrã ao Raspberry Pi pode ser encontrada em [https://www.pi-shop.ch/downloads/dl/file/id/7/product/692/original\\_raspberry\\_pi\\_display\\_manual.pdf](https://www.pi-shop.ch/downloads/dl/file/id/7/product/692/original_raspberry_pi_display_manual.pdf). Acedido em 11 de setembro de 2020.

force o aumento da espessura da mesma. Já a fita de comunicação que acompanha o ecrã tem dimensões que dificultam a manipulação dos componentes, por ter comprimento relativamente diminuto, pelo que uma das melhorias a implementar seria a colocação de uma de tamanho maior.

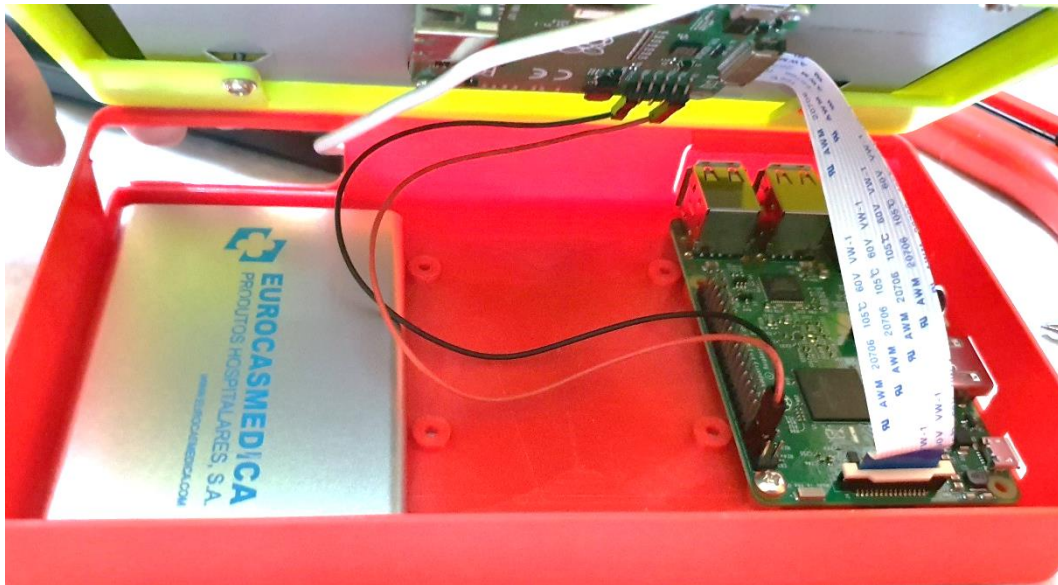


Imagem 83 - Fixação do Raspberry Pi à parte traseira da caixa

A energia flui recorrendo a dois cabos, os quais são ligados no Raspberry Pi na interface GPIO (vermelho na porta 4 e preto na porta 6)<sup>94</sup> e na placa controladora (vermelho no pino 5V e preto no pino GND):

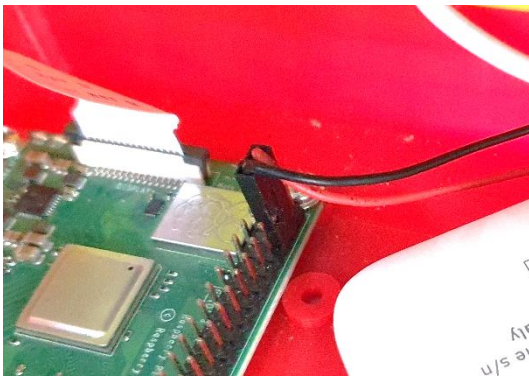


Imagem 84 - Ligações de energia no Raspberry Pi

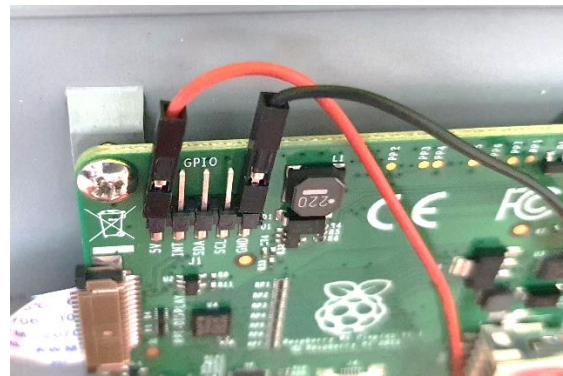


Imagem 85 - Ligações de energia na placa controladora do ecrã

O powerbank mobiliza duas portas.

Uma possui um cabo USB que é utilizado para efetuar o seu recarregamento, podendo ser alojado no interior e acedido através da peça superior amovível e que está assinalado na imagem seguinte pela seta azul.

---

<sup>94</sup> Consulte-se o anexo 5.

Outra é utilizada para alimentar a placa controladora do ecrã, representada pela seta verde, servindo para o alimentar e conduzir também energia ao Raspberry Pi mobilizando os cabos vermelho e preto anteriormente descritos (seta roxa). O interruptor situa-se entre o powerbank e a placa controladora.

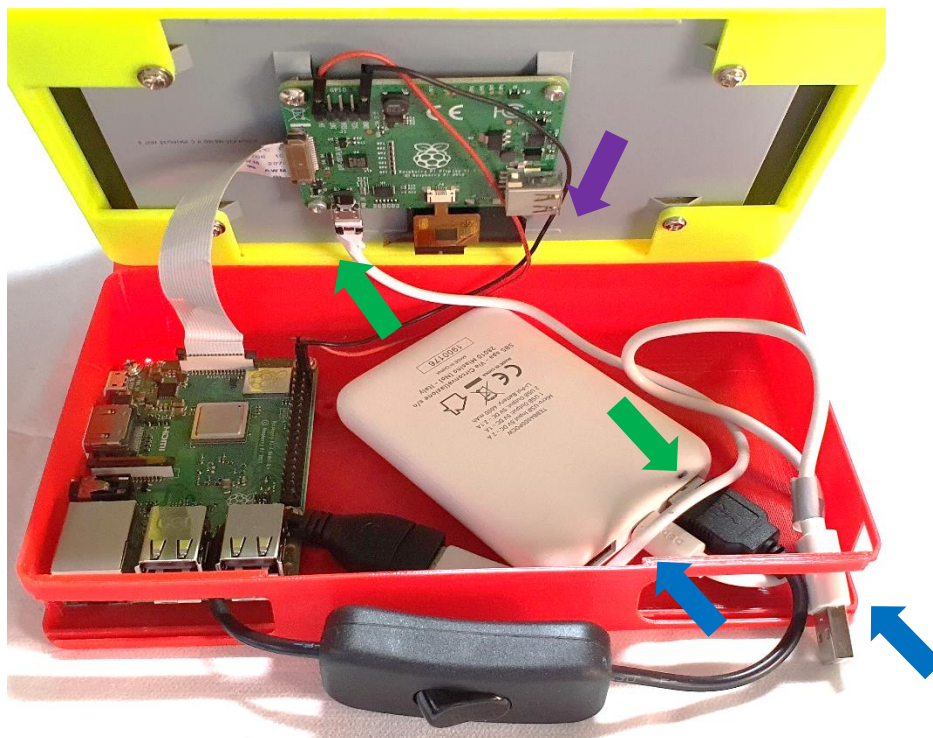


Imagem 86 - Esquema de alimentação do comunicador

Nesta imagem é igualmente perceptível a fita de comunicação e o powerbank, o qual foi unido com fita com os dois lados adesivos.

A unir a parte dianteira com a parte traseira colocámos fita adesiva colorida, utilizada normalmente para prender cabos elétricos, a qual esteticamente combina com as cores vivas da caixa e permite o acesso ao interior da mesma para, ainda nesta fase de protótipo, efetuar ajustamentos sem haver necessidade de recorrer a parafusos.



Imagem 87 - Detalhe da união com fita adesiva entre as duas partes principais da caixa

Quando é necessário carregar o comunicador, basta aceder à tampa e ligar o mesmo ao cabo USB. Dentro dos limites suportados pelo powerbank, quanto maior a potência do carregador, mais rapidamente este alcança a sua capacidade máxima. Na imagem seguinte

a dimensão do cabo é meramente ilustrativa, podendo ser usados outros de maiores dimensões. A sua configuração é do tipo “macho-fêmea”, visto o carregador ter uma saída “fêmea” e o powerbank ter um cabo “macho” acoplado.



Imagem 88 - Comunicador com carregador acoplado por cabo “macho-fêmea”

### 5.3.2. O software

Referimos anteriormente que a configuração inicial do software nos deixava com o ecrã com interface em português e que o sistema já se conectava automaticamente à rede.

Havia que efetuar a configuração de modo que o projeto desenvolvido no Picto4me fosse acedido e as suas funcionalidades interpretadas pelo comunicador a fim de tornar perceptíveis ao utilizador.

Assim, para que o projeto fosse carregado havia que colocar a hiperligação na modalidade de reprodução a ser carregada automaticamente pelo browser em ecrã total. Havia também que ocultar o ambiente de trabalho evitando que toques inadvertidos do utilizador desconfigurassem o sistema e ainda que fornecer ao sistema operativo o identificador da coluna Bluetooth, de modo que o Raspberry Pi se conectasse a esta logo que a detetasse.

Nenhuma destas tarefas nos era familiar, pelo que houve que procurar na web conteúdos que nos ajudassem a concretizá-las.

Para carregar a hiperligação no browser na modalidade de ecrã total, ou seja, ocultando todas as funcionalidades de browser que este normalmente apresenta, a partir de áreas de escolha ou de menus de seleção, modalidade esta também comumente denominada de “quiosque”, recorremos ao sítio [raspberrypi.stackexchange.com](https://raspberrypi.stackexchange.com)<sup>95</sup>, onde

---

<sup>95</sup> Mais especificamente em <https://raspberrypi.stackexchange.com/questions/69204/open-chromium-full-screen-on-start-up>. Acedido em 7 de março de 2020.

podemos encontrar a informação pertinente. Devem ser efetuados os seguintes passos:

Editar o ficheiro *autostart*, a partir da linha de comandos<sup>96</sup>, com os seguintes comandos:

```
sudo su
sudo nano /home/pi/.config/lxsession/LXDE-pi/autostart
```

Em modo de edição, o qual é facultado pelo editor interno *nano*, colocar a seguinte informação neste ficheiro e de seguida gravar e sair do editor<sup>97</sup>.

```
@xset s off
@xset -dpms
@xset s noblank
@chromium-browser --kiosk https://player.picto4.me/agxzfnBpY3RvczR3ZWJyVQs
SCFByb2ZpbGVzIhUxMDQ5OTQxMTQ4MzY3ODc1NTIzMjgMCxILVXNlclByb2pY3QilITFLd
Ew4WVIGdk9hQnlMbjY0dFZPQmNFRG5uM2tfd3kyQgw/0
```

Apesar de aqui a hiperligação aparecer a ocupar as últimas três linhas, trata-se de uma única, que deve ser colocada sem quebras de linha quando se escreve no ficheiro. Como vimos anteriormente, esta hiperligação obtém-se quando ativamos o reproduzidor no editor Picto4me.

De seguida reiniciamos o sistema com

```
sudo reboot -h now
```

E caso tenhamos a ligação à internet devidamente configurada, o comunicador deverá mostrar o quadro de comunicação inicial do nosso projeto e impedir o toque em qualquer outro local do ecrã que propicie o desaparecimento ou deslocamento parcial da janela dos quadros de comunicação.

Para que a funcionalidade de produção de som quando uma célula é ativada, há que indicar também ao sistema operativo o identificador da coluna Bluetooth<sup>98</sup>, que consiste em

---

<sup>96</sup> Também conhecida por *shell*.

<sup>97</sup> Não cabe aqui explorar a funcionalidade do editor interno *nano*, nem os comandos mais comuns que podem ser utilizados para a edição de ficheiros. É fácil, no entanto, encontrar esta informação na web, tanto em modo textual como vídeo.

<sup>98</sup> Consultámos, para implementar esta funcionalidade, o sítio [raspberrypi.org](https://www.raspberrypi.org), mais especificamente as páginas referentes à questão levantada em <https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=192859>. Acedido em 9 de janeiro de 2020.

seis pares de dois caracteres separados por dois pontos e que geralmente está patente num autocolante que a mesma possui de origem, ou está impresso na caixa onde vem acondicionada.

Para tal, torna-se necessário editar de novo o ficheiro *autostart*, mas visto neste momento já não termos acesso ao ambiente de trabalho convencional proporcionado pelo Raspberry Pi OS, há que aceder a este ficheiro usando uma metodologia diversa.

Recorrendo a um acesso por secure shell<sup>99</sup> (SSH), a partir de outro computador, e a um programa de que é exemplo o Putty<sup>100</sup>, conseguimos efetuar essa edição. Voltamos, portanto, a editar o ficheiro com os comandos anteriormente referidos e colocamos a informação adicional para a conexão automática à coluna Bluetooth, ficando este ficheiro com as seguintes linhas de código:

```
sudo bluetoothctl
connect 40:EF:4C:76:50:F6
exit
@xset s off
@xset -dpms
@xset s noblank
@chromium-browser --kiosk https://player.picto4.me/agxzfnBpY3RvczR3ZWJyVQs
SCFByb2ZpbGVzIhUxMDQ5OTQxMTQ4MzY3ODc1NTIzMjgMCxILVXNlclByb2pY3QiITFLd
Ew4WVIGdk9hQnlMbY0dFZPQmNFRG5uM2tfd3kyQgw/0
```

Voltamos a gravar e reiniciamos o sistema.

Neste momento o nosso comunicador já deve estar plenamente funcional.

**Dica:** devemos ligar previamente os dispositivos Bluetooth antes de tentar fazer com que estes comuniquem com o Raspberry Pi OS, ou seja, antes que este sistema operativo inicie. Caso contrário, podem não ser detetados.

O conjunto de quadros de comunicação que fazem parte do nosso projeto desenvolvido no Picto4me pode ser visualizado no apêndice 2.

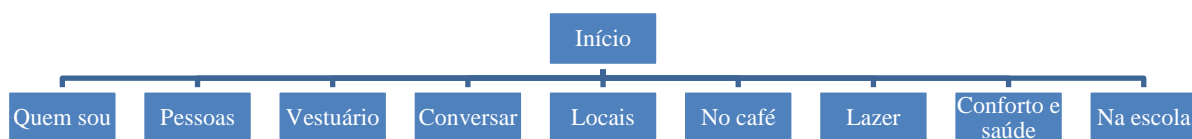
Optámos por conceber uma estrutura simples, com temáticas genéricas, as quais serão necessariamente diferentes de utilizador para utilizador.

---

<sup>99</sup> Secure Shell (SSH) é um protocolo de rede criptográfico para operação de serviços de rede de forma segura sobre uma rede insegura.

<sup>100</sup> Programa de software livre que pode ser descarregado a partir de <https://www.putty.org/>. Também neste caso é fácil encontrar informação para mobilização deste programa e protocolo na web, tanto em modo textual como vídeo

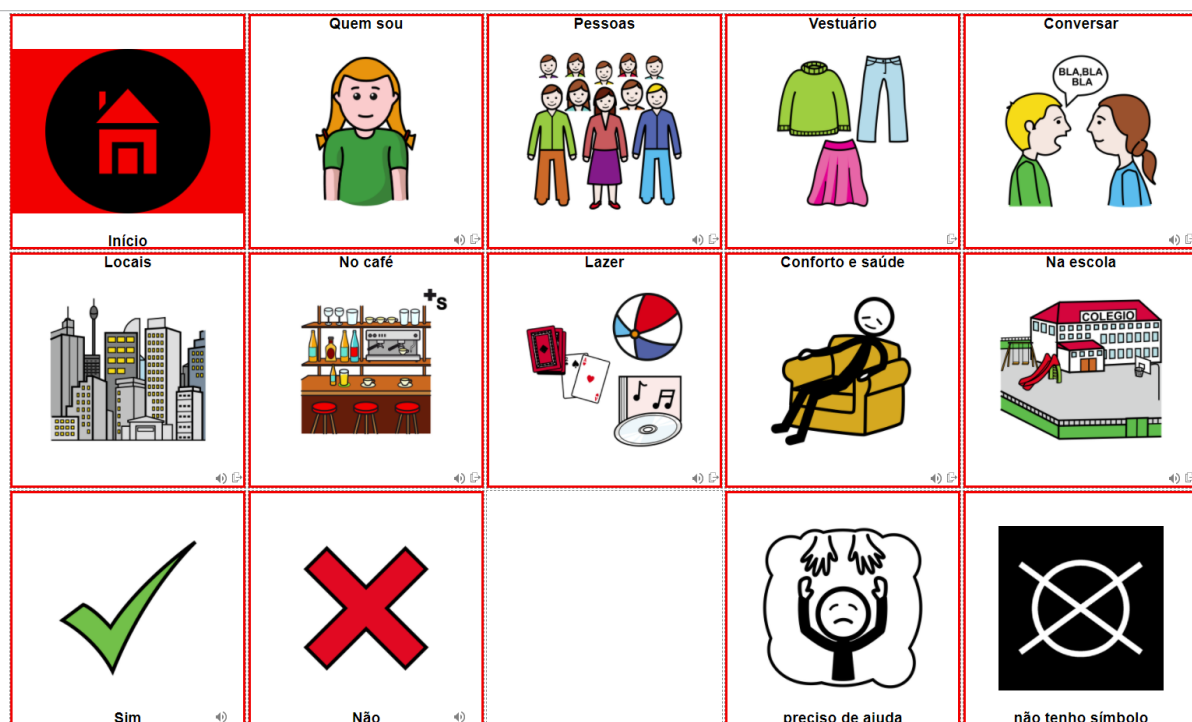
Estes quadros foram inspirados num conjunto disponibilizado pela aplicação MagicContact<sup>101</sup> e pode ser esquematicamente representado deste modo:



Quadro 14 - Esquema dos quadros de comunicação

Todos os quadros situados hierarquicamente sob o inicial possuem a funcionalidade de regresso a este.

O quadro inicial tem o seguinte aspeto:



Quadro 15 - Quadro de comunicação inicial

Seguidamente passamos a descrever alguns testes que efetuámos terminada a criação do comunicador, acompanhados das reflexões que consideramos pertinentes para descrever determinados aspetos do funcionamento do mesmo, os quais só nesta fase se tornaram evidentes.

<sup>101</sup> O sítio da aplicação encontra-se em <http://magiccontact.org/>. Acedido em 16 de dezembro de 2019.

### 5.3.3. Os testes

#### **O aquecimento.**

Pelo facto de não termos modificado o design original da caixa, para além da remoção dos suportes e do incremento de 5mm na sua altura, esta apresenta alguns problemas de aquecimento dos seus componentes, mais significativos junto ao SOC do Raspberry Pi.

Apesar de o microcomputador possuir a capacidade de fazer diminuir a sua velocidade de processamento a partir de 80 graus centígrados, verificámos, muito especificamente em dias de temperaturas mais elevadas que a caixa em pontos localizados denotava um aquecimento que poderia ser desconfortável durante a sua manipulação.

**Sugestão de melhoria:** numa versão melhorada da caixa, deverá ser contemplada a possibilidade de serem implementadas grelhas de ventilação que propiciem um melhor fluxo de ar e conseqüente façam diminuir a temperatura no seu interior.

Também será aconselhável a colocação de dissipadores de temperatura nos componentes que tendem a ficar mais quentes, que são de fácil aquisição e muito baratos.

#### **A coluna Bluetooth desliga-se.**

Uma funcionalidade que é implementada nas colunas Bluetooth similares à que utilizámos faz com que esta se desligue automaticamente passado determinado tempo a partir do momento em que não é detetada a sua utilização. No caso da nossa, são 5 minutos.

Se bem que entendamos a utilidade desta manobra, que está relacionada com a poupança de energia na bateria que alimenta a coluna, trata-se de um efeito incómodo quando o comunicador não é utilizado por um período superior àquele que está predeterminado, obrigando a que a coluna seja de novo ativada através da pressão num dos botões destinados a esse efeito.

Não é possível desativar esta funcionalidade no modelo que utilizámos.

**Sugestão de melhoria:** procurar encontrar um conjunto de instruções, ou *script*, que adicionado às funções do sistema operativo periodicamente envie um impulso à coluna, impedindo-a de se desligar, sendo de preferência inaudível para que não se manifeste incómodo para o utilizador.

#### **A funcionalidade de pega do interruptor.**

Utilizámos o interruptor para adicionar uma funcionalidade de pega ao comunicador. O transporte do mesmo torna-se mais confortável, visto as dimensões do interruptor se prestarem a facilmente servir como adjuvante da suspensão da caixa.

No entanto, a fixação do mesmo ainda não é a ideal uma vez que se socorre unicamente das aberturas proporcionadas pelas peças superiores esquerda e direita (ver anexo 3), podendo ser instável.

**Sugestão de melhoria:** Redesenhar as peças superior de modo que, através da aplicação de peças de tipo ilhó a fixação do interruptor seja mais robusta.

### **A autonomia**

Já referimos que a autonomia do comunicador está diretamente relacionada com a capacidade de armazenamento de energia do powerbank, a qual, por seu turno se relaciona com o peso do mesmo. No entanto, temos também consciência que a evolução da tecnologia nesta área se faz com grande velocidade, pelo que poderão existir presentemente ou num futuro próximo componentes deste tipo mais leves.

**Sugestão de melhoria:** Procurar no mercado powerbanks mais leves com potência equivalente ou do mesmo peso com potência maior.

### **Utilização do comunicador em suporte fixo**

Para além da vertente portátil, o comunicador pode ser utilizado num suporte fixo, necessitando de um dispositivo que o mantenha devidamente protegido de quedas ou deslocamentos inadvertidos. São exemplos de utilização nesta modalidade os dispositivos para doentes acamados ou imobilizados em cadeiras especiais, assim como os que recorrem a cadeiras de rodas.

Poderão ser equacionadas soluções de suporte de tipo garra, comuns para telemóveis ou tablets, que não oferecem a garantia de uma funcional preensão.

**Sugestão de melhoria:** a implementação, na parte traseira da caixa, de roscas para utilização de dispositivos de fixação de tipo VESA<sup>102</sup>, comuns para fixação de monitores.

### **Síntese de voz com entoação brasileira**

No momento em que escrevemos, o Picto4me disponibiliza apenas a funcionalidade de síntese de voz recorrendo à entoação brasileira. Esta entoação pode nalguns momentos ser menos perceptível a falantes com entoação portuguesa europeia, mas não é possível selecionar outra.

---

<sup>102</sup> A interface para montagem de ecrãs planos (FDMI - Flat Display Mounting Interface), também conhecida por standard de montagem de interface VESA (MIS - VESA Mounting Interface Standard) ou montagem VESA, consiste num padrão de disposição de roscas para fixação de ecrãs de televisão, de computador e de outros dispositivos de visualização a superfícies planas. Esta norma é muito comum em equipamentos deste tipo e existem múltiplas ofertas de braços e suportes de fixação que permitem o encaixe naquelas roscas.

Referimos anteriormente que um dos programadores nos referiu que iria tentar acrescentar o mecanismo de tts da Google - especialmente o do próprio Google Chrome, pelo que provavelmente esta funcionalidade passará a poder ser selecionada.

**Sugestão de melhoria:** aguardar a implementação de síntese de voz em português europeu.

### **Tempo de ativação das funcionalidades das células**

A ativação das funcionalidades das células depende de vários fatores, entre os quais podemos referir a precisão do toque, a potência do SOC do microcomputador e a qualidade e velocidade da ligação à internet para desencadear os processos nelas programados. Estas variáveis interferem na velocidade de mudança entre quadros ou no tempo necessário para a síntese de voz se tornar audível.

**Sugestões de melhoria:** Poderão ser implementadas algumas práticas destinadas a aumentar a performance do comunicador: treinar a precisão do toque, equipar o comunicador com uma versão mais recente do Raspberry Pi, e conseqüentemente mais rápida, e ainda assegurar que a ligação à internet se faz a uma velocidade razoável e sem tempos de latência grandes.

### **Internet móvel**

Caso o comunicador se encontre num local de cobertura de internet fixa, de que são exemplo instalações com router wireless ou pontos de acesso fixos, não existirão constrangimentos à sua utilização. Conforme já referimos, o acesso aos quadros de comunicação e às funcionalidades que estes permitem faz-se através de uma ligação permanente à internet.

Já quando o utilizador pretende usar o comunicador noutros locais sem cobertura fixa de internet, terão que ser acauteladas outras soluções, sob pena de o mesmo não ser globalmente funcional.

**Sugestões de melhoria:** Utilizar um ponto de acesso móvel, também conhecido por *hotspot* móvel, facilmente transportável, de tipo “sabonete”, o qual através da utilização de um cartão de dados permite que comunicador aceda à internet.

Outra solução passará por utilizar a funcionalidade de partilha de internet ou ponto de acesso wi-fi, que os telemóveis viabilizam, em que estes dispositivos permitem que outros se liguem e utilizem os dados do cartão do telemóvel.

O aspeto final do nosso comunicador pode ser encontrado no apêndice 1.

### **5.3.4. O custo dos componentes do comunicador**

A criação de um dispositivo de baixo custo esteve sempre no centro das nossas preocupações, pelo que a opção por componentes que ao mais baixo custo se mostrassem eficazes para a obtenção das funcionalidades que procurávamos, foi um requisito obrigatório. A preços de 2019, foram estes os que adquirimos:

Custos dos componentes		
Componente	Preço	Local
Raspberry Pi modelo 3B+	39,90€	<a href="https://mauser.pt/catalog/product_info.php?cPath=1667_2620_1672&amp;products_id=096-5700">https://mauser.pt/catalog/product_info.php?cPath=1667_2620_1672&amp;products_id=096-5700</a>
Cartão micro SD	4,71€	<a href="https://www.worten.pt/fotografia-e-drones/cartoes-de-memoria/cartoes-sd-micro-sd/cartao-de-memoria-kingston-technology-microsdhc-class-10-uhs-i-card-16gb-MRKEAN-0740617245974">https://www.worten.pt/fotografia-e-drones/cartoes-de-memoria/cartoes-sd-micro-sd/cartao-de-memoria-kingston-technology-microsdhc-class-10-uhs-i-card-16gb-MRKEAN-0740617245974</a>
Impressão da caixa	5€	Custo da impressão. Fornecedor particular.
Coluna	14,97€	<a href="https://www.worten.pt/tv-video-e-som/som-portatil/colunas-portateis/coluna-jbl-go-preto-5572076">https://www.worten.pt/tv-video-e-som/som-portatil/colunas-portateis/coluna-jbl-go-preto-5572076</a>
Ecrã	67,10€	<a href="https://www.pccomponentes.pt/joy-it-rb-lcd-7-2-7-pantalla-lcd-tactil-para-raspberry">https://www.pccomponentes.pt/joy-it-rb-lcd-7-2-7-pantalla-lcd-tactil-para-raspberry</a> em 2020-08-17
Interruptor	1,08€	<a href="https://www.banggood.com/3PCS-USB-Power-Cable-With-OnOff-Switch-For-Raspberry-Pi-p-1218762.html?cur_warehouse=CN">https://www.banggood.com/3PCS-USB-Power-Cable-With-OnOff-Switch-For-Raspberry-Pi-p-1218762.html?cur_warehouse=CN</a>
Powerbank	14,99€	<a href="https://www.worten.pt/telemoveis-e-pacotes-tv/acessorios-de-telemovel/powerbanks/powerbank-sbs-pocketline-4000-mah-2-usb-1-microusb-branco-6934983">https://www.worten.pt/telemoveis-e-pacotes-tv/acessorios-de-telemovel/powerbanks/powerbank-sbs-pocketline-4000-mah-2-usb-1-microusb-branco-6934983</a>
Total	138.75€	

Tabela 4 - Custo dos componentes do comunicador

Apesar de o conceito de “baixo custo” aplicado ao nosso comunicador poder ser merecedor de discussão, consideramos que este se pode considerar adequado quando temos em conta algumas ofertas no mercado quando comparadas com a nossa.

Como exemplo, o comunicador Quicktalker 23 Ablenet<sup>103</sup> é comercializado a preços correntes por 209.9 €. O comunicador Go talk 32<sup>104</sup> pode ser adquirido por 310€. O comunicador Supertalker Ablenet<sup>105</sup>, custa 523,10€ e o comunicador Supertalker FT Ablenet<sup>106</sup> é presentemente comercializado a 675€.



Quadro 16 - Exemplos de comunicadores

Todos podem ser enquadrados na categoria dos digitalizadores de fala e possuem características mais básicas comparativamente às que fazem parte da nossa proposta: o seu número de células é limitado e quando se torna necessário aceder a quadros de comunicação diferentes é necessário trocar as folhas que contêm os símbolos e ativar os níveis de registos de fala.

São também maiores e obrigam a que interação se faça no interior da célula, enquanto na nossa proposta esta se efetua na área plana que é o ecrã.

<sup>103</sup> Disponível a partir de <https://www.megaserafim.pt/comunicadores-simples-/84-comunicador-quicktalker-23-ablenet.html>. Consultado em 2 de setembro de 2020.

<sup>104</sup> Disponível em <https://ac-cat.com/produto/comunicador-go-talk-32/>. Consultado em 2 de setembro de 2020.

<sup>105</sup> Disponível a partir de <https://www.megaserafim.pt/comunicadores-simples-/477-comunicador-supertalker-ablenet.html>. Consultado em 2 de setembro de 2020.

<sup>106</sup> Disponível a parti de <https://www.megaserafim.pt/comunicadores-simples-/1195-comunicador-supertalker-ft-ablenet.html>. Consultado em 2 de setembro de 2020.

Não admitem ligação a colunas de som nem disponibilizam, se necessário, conectividade a ecrãs ou admitem a ativação por manípulos ou varrimento.

### 5.3.5. Resultados do inquérito por questionário

Conforme referimos anteriormente, considerámos pertinente inquirir docentes de Educação Especial e outros técnicos (terapeutas da fala, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, psicólogos...) que desenvolvem atividade com pessoas em que o processo de comunicação se encontra afetado. Foram contactados por correio eletrónico sendo referindo o âmbito da investigação assim como os seus objetivos e solicitando que preenchessem o questionário online cuja hiperligação se forneceu.

O critério de seleção teve a ver com a facilidade de contacto uma vez que possuíamos os seus endereços de correio por pertencerem a Agrupamentos de Escolas do nosso concelho de residência e terem contactado em algum momento o gabinete em que prestáramos serviço em anos anteriores.

Visto este processo ter decorrido durante o pico da crise da pandemia Covid-19 não pudemos efetuar uma reunião presencial para que estes pudessem manipular o comunicador. Em alternativa, optámos por realizar diversos vídeos, que inserimos no questionário, onde explicámos os nossos objetivos e as características do dispositivo, a fim de se tornarem mais claras as questões que colocámos, colocando-nos também à disposição para responder, quer por videochamada ou por correio eletrónico, a dúvidas ou questões adicionais que os participantes desejassem colocar.

O inquérito por questionário ficou disponível no seguinte endereço:

<https://forms.gle/RABS1pGMfMvCVUqA7>

Os vídeos que o acompanham podem ser acedidos nos seguintes endereços:

Vídeo 1: Criação de um comunicador de baixo custo – Introdução

<https://youtu.be/tyQ-EWDUT70>

Vídeo 2: Criação de um comunicador de baixo custo - 2ª parte

<https://youtu.be/RUHK0a1JxcE>

Vídeo 3: O comunicador

[https://youtu.be/fG2xRx\\_YcpM](https://youtu.be/fG2xRx_YcpM)

Vídeo 4: Criação de um comunicador de baixo custo - 3ª parte

<https://youtu.be/DYjMFOVrSUc>

A realização dos vídeos ocorreu em ambiente doméstico, com recurso a um telemóvel, a iluminação por fontes de luz led básicas e a folhas de cartolina verde para criação de efeito Chroma Key. Foi efetuada uma captura de ecrã por vídeo para adicionar a um dos vídeos, a edição foi efetuada em Adobe Premiere e o carregamento para o nosso canal no Youtube, o que permitiu gerar ligações para inserir no conteúdo criado com recurso ao Google Forms.

No apêndice 3 pode ser percecionado os aspeto gráfico do questionário, assim como o conjunto de questões que dele fizeram parte.

Começámos por inserir um vídeo em que descrevíamos o propósito do mesmo e a temática sob o qual incidia.

Obtivemos respostas de 28 participantes, número que considerámos aceitável face ao total de questionados, que perfazia 38 elementos.

A fim de caracterizar a atividade profissional dos participantes, e uma vez que nos departamentos de Educação Especial podem estar integrados outros docentes ou profissionais que prestam serviço nesta área, colocámos a possibilidade de estes pertencerem aos grupos 910 (apoio a crianças e jovens com graves problemas cognitivos, com graves problemas motores, com graves perturbações da personalidade ou da conduta, com multideficiência e para o apoio em intervenção precoce na infância), 920 (apoio a crianças e jovens com surdez moderada, severa ou profunda, com graves problemas de comunicação, linguagem ou fala), 930 (apoio educativo a crianças e jovens com cegueira ou baixa visão), de outro grupo disciplinar ou outra atividade profissional.

As respostas que obtivemos foram as seguintes:

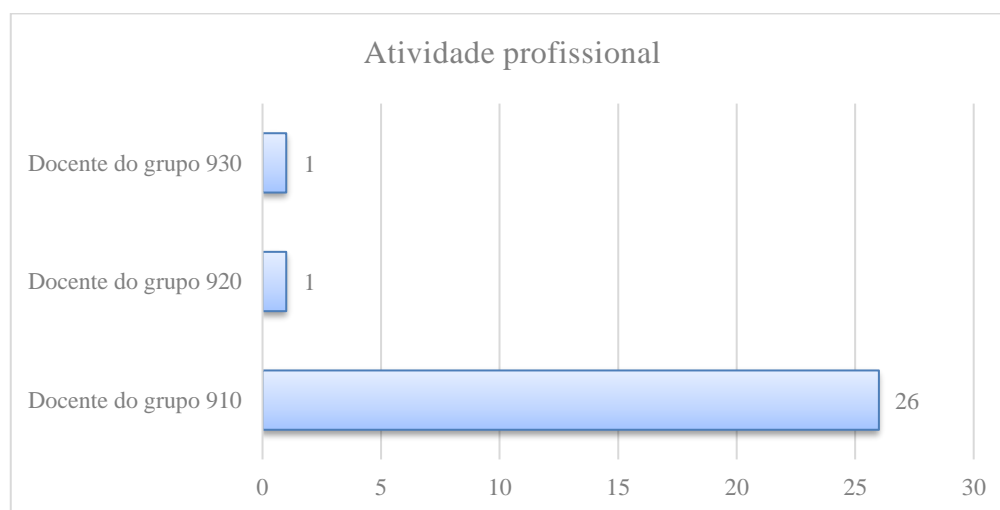


Gráfico 1 - Caracterização da atividade profissional dos participantes no questionário

Todos os participantes pertenciam aos grupos disciplinares 910, 920 ou 930, em que os docentes do grupo 910 revelaram estar em forte maioria.

Estas percentagens parecem estar de acordo com os rácios de docentes dos departamentos de Educação Especial que inquirimos, os quais são constituídos maioritariamente por docentes do grupo 910. No entanto, pelo facto de existir uma escola de referência para a cegueira e baixa visão num dos agrupamentos cujos docentes foram convidados a participar, esperávamos uma maior representatividade dos docentes do grupo 930.

Não responderam docentes de outros grupos disciplinares ou com outras atividades profissionais.

Continuando a caracterizar os respondentes, e por considerarmos que os anos de atividade profissional são relevantes para o potencial contacto com alunos com necessidade de recorrer a comunicadores, indagámos acerca dos anos de desempenho da sua atividade profissional, a qual para maior facilidade de leitura agrupámos por escalões, respetivamente entre zero e dez anos, entre onze e vinte, entre vinte e um e trinta, entre trinta e um e quarenta, e entre quarenta e um e cinquenta.

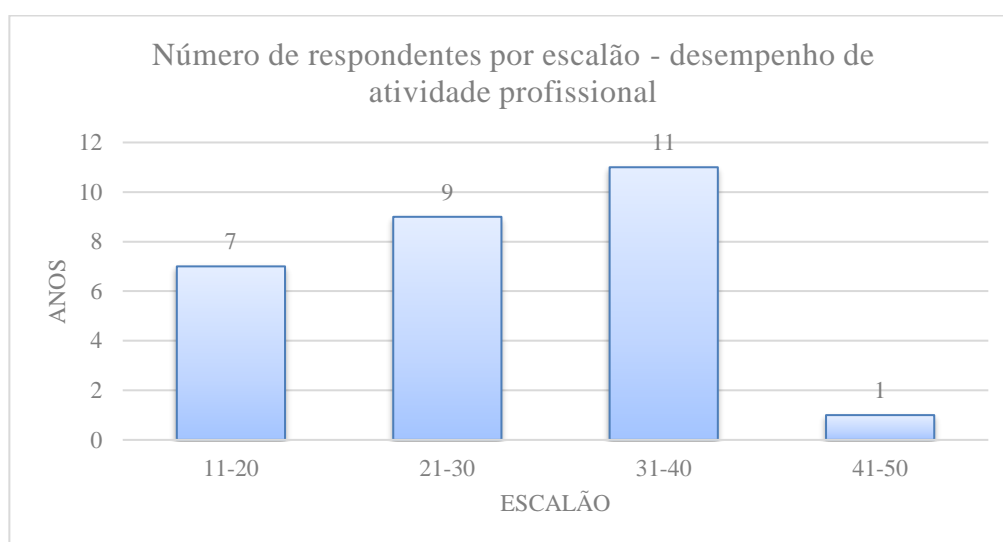


Gráfico 2 - Caracterização do tempo de desempenho de atividade profissional, por escalão

Não obtivemos respostas de docentes que de modo simplificado poderíamos classificar como estando no início da carreira, enquadráveis no escalão entre zero e dez anos, o que de alguma forma valida a perceção atual acerca do envelhecimento dos quadros de profissionais que desempenham funções nas escolas públicas. Nos escalões seguintes, os respondentes distribuem-se de modo relativamente uniforme, tendo como exceção o último, em que apenas um docente participou.

Considerámos que o conjunto dos respondentes poderia validar de forma consequente as respostas que obtivemos no conjunto do questionário, visto denotarem uma experiência docente considerável e consequentemente os dados que obtivemos nela serem sedimentados.

Procurámos caracterizar de forma mais aprofundada, entre os mesmos, a experiência e o conhecimento das temáticas que indagámos, pelo que perguntámos também há quanto tempo possuíam especialização, partindo do princípio de que este reconhecimento académico de competências é sinónimo de um conhecimento sedimentado no âmbito da comunicação aumentativa ou alternativa.

Os dados que recolhemos foram os seguintes:

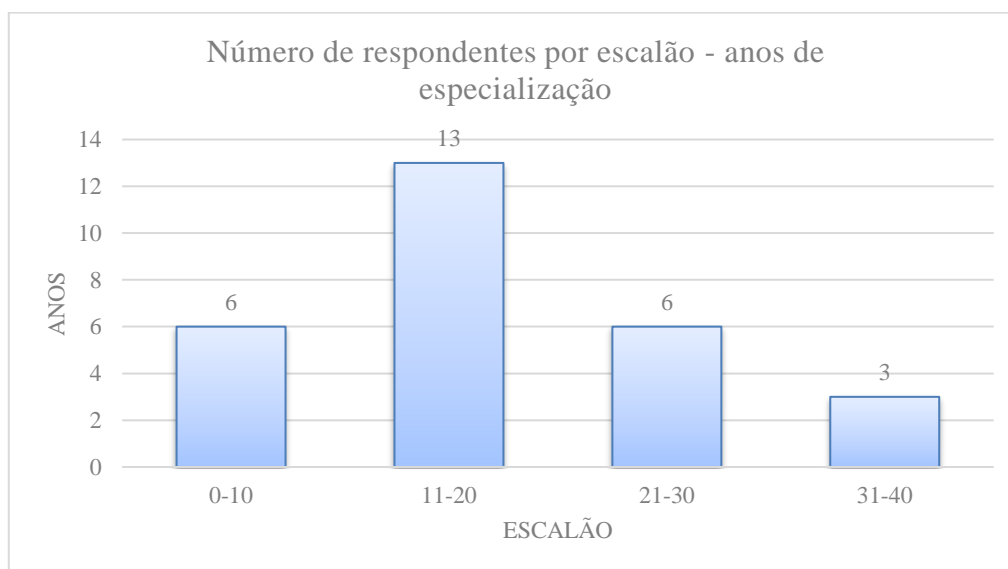


Gráfico 3 - Caracterização do tempo de serviço enquanto detentor de especialização, por escalão

A obtenção de especialização no âmbito da carreira docente só pode ser efetivada caso o candidato possua pelo menos 5 anos de serviço docente, de acordo com o nº 2 do artigo 4º do Decreto-Lei nº 95/97, de 23 de abril. Este facto justifica a diferença entre o número de anos de serviço docente dos respondentes e o número de anos de detenção de especialização. Podemos observar que a maioria dos respondentes possui também um número significativo de anos de especialização, o que poderá também ser considerado um fator relevante para a valorização das respostas que obtivemos.

Com o propósito de validar os conhecimentos acerca de sistemas que implementam comunicação aumentativa ou alternativa perguntámos quais dos seguintes os respondentes conheciam. Os dados que obtivemos foram os seguintes:

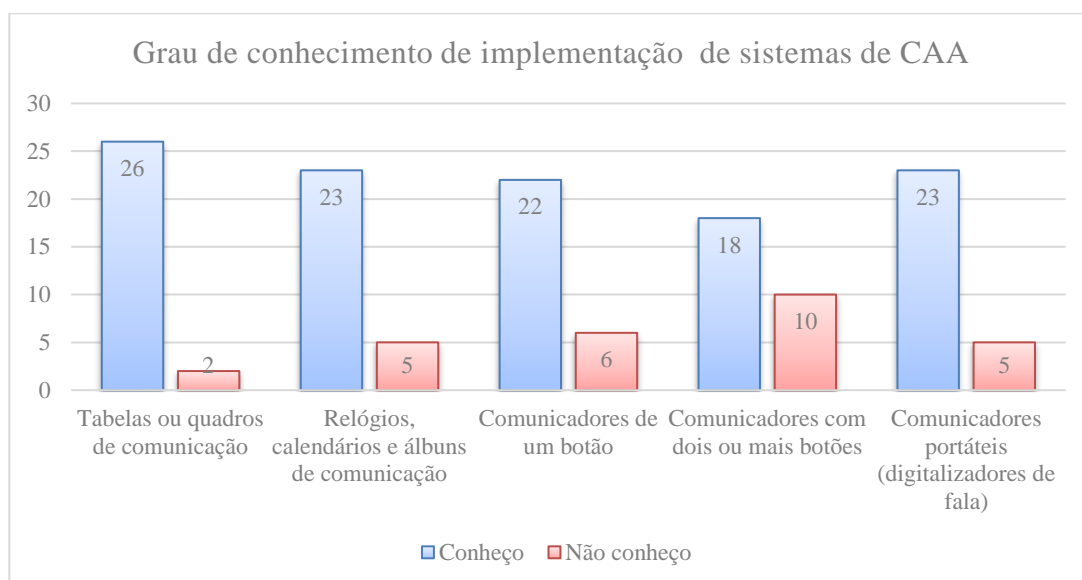


Gráfico 4 - Grau de conhecimento de sistemas de implementação de comunicação aumentativa ou alternativa

A grande maioria dos respondentes conhecia os sistemas que enunciámos, sendo as tabelas ou quadros de comunicação os mais conhecidos, e os comunicadores com dois ou mais botões os menos familiares.

Vários fatores poderão estar na origem destas diferenças: a obtenção do conhecimento ter sido adquirida maioritariamente na formação inicial, quando ainda não se mobilizavam dispositivos mais complexos tecnologicamente; os estabelecimentos de ensino estarem equipados ou simplesmente não possuírem dispositivos tecnológicos, forçando os docentes a mobilizar materiais convencionais; a inexistência de formação para mobilização de dispositivos mais complexos, em que os CRTIC podem ter um papel relevante, ou ainda o não contacto com alunos que necessitassem mobilizar dispositivos tecnológicos mais avançados.

Foi-nos, no entanto, especialmente grato saber que uma maioria significativa dos respondentes conhecia digitalizadores de fala na vertente portátil, o que validaria de forma positiva as respostas acerca das características e da valia do nosso comunicador, visto haver possibilidade de as comprar com outros dispositivos do mesmo tipo.

Indagámos também os respondentes se, no âmbito da sua atividade profissional, haviam utilizado sistemas de CAA. Uma maioria relativa declarou já os haver usado.

### Uso de sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa no âmbito da atividade profissional

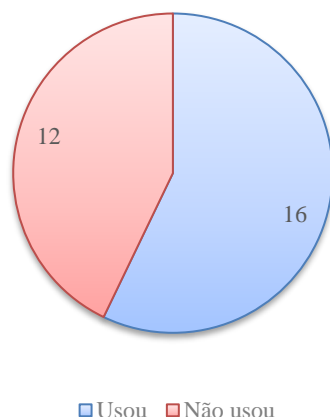


Gráfico 5 - Utilização de sistemas de CAA no âmbito da atividade profissional

Também aqui os resultados parecem validar de forma consistente as percepções que seguidamente manifestam acerca das características do nosso comunicador, uma vez que estas podem também ser influenciadas pela experiência detida pela mobilização destes sistemas.

O facto de 12 dos nossos respondentes nunca terem usados sistemas de CAA no âmbito da sua atividade profissional não significa que não tivessem sentido necessidade de recorrer a estes. Perguntámos também se, caso nunca tivessem usado, esta necessidade teria sido sentida. Os resultados que obtivemos foram os seguintes:

### Necessidade de utilização de sistemas de CAA no âmbito da atividade profissional



Gráfico 6 - Necessidade de utilização de sistemas de CAA no âmbito da atividade profissional por quem não recorreu aos mesmos

Concluimos assim que entre os 28 respondentes ao nosso inquérito, 75% dos mesmos - 16 dos que usaram e 5 dos que declararam não ter usado, mas ter sentido necessidade de o fazer - usou ou sentiu necessidade de recorrer a sistemas de CAA no desempenho das suas funções docentes.

A dimensão da amostra não nos permite inferir que este valor possa ser extrapolado para uma realidade nacional ou mesmo regional, mas tendo em conta os 38 elementos que integram os departamentos de Educação Especial a quem nos dirigimos efetuar este questionário, estes dados parecem apontar para uma necessidade de mobilização relativamente consistente.

Perguntámos também se os respondentes tiveram formação, no âmbito da sua atividade profissional para a utilização de sistemas de CAA.

Existe uma quase coincidência entre o número de respondentes que declararam ter usado e os que declararam ter obtido conhecimento para a sua mobilização através de formação para a utilização de sistemas de CAA no âmbito da sua atividade profissional.

Também aqui, tendo em conta que a maioria dos respondentes declarou deter formação para a sua utilização, nos leva a validar positivamente as perceções acerca do nosso comunicador que seguidamente são descritas.

O gráfico seguinte revela os dados obtidos.

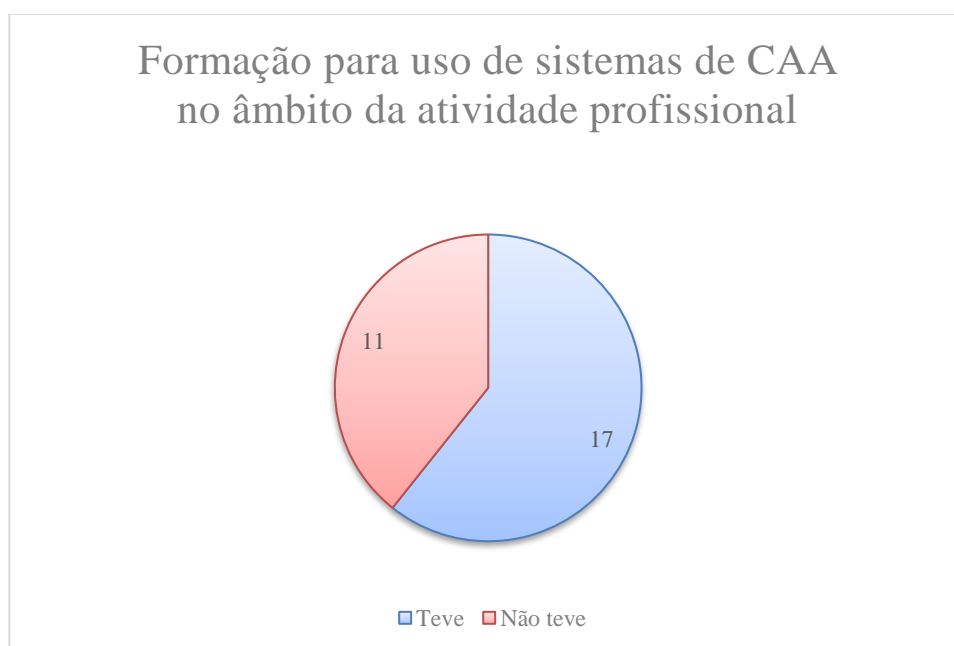


Gráfico 7 - Detenção de formação para uso de sistemas de CAA no âmbito da atividade profissional

A última área em que procurámos validar as perceções dos nossos respondentes acerca de sistemas de CAA teve a ver com o conhecimento de algumas aplicações para a geração de atividades de comunicação, de seguida graficamente representado:

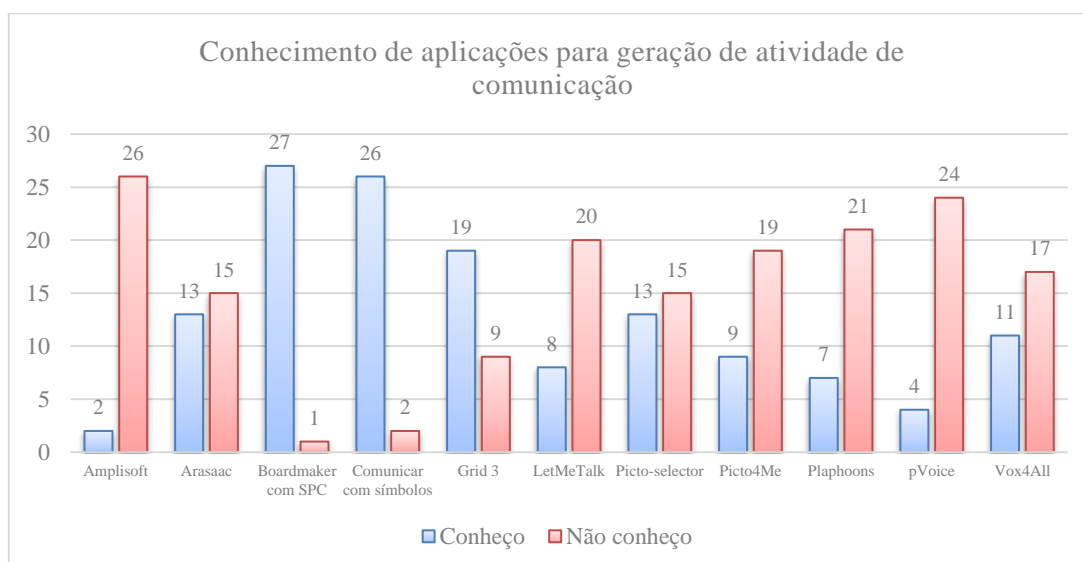


Gráfico 8 - Conhecimento de aplicações para geração de atividades de comunicação

Foi sem surpresa que constatámos que a Boardmaker com SPC, a Comunicar com Símbolos e a Grid 3 eram as aplicações com maior número de conhecedores – e, já agora, as únicas em que o número de respondentes que as declarou conhecer superou o número dos que a declarou desconhecer – visto de acordo com a nossa experiência serem as que mais estão aos dispor nos estabelecimentos escolares, apesar de terem como característica comum o facto de serem software comercial. Existiu um processo continuado de oferta formativa por parte das empresas que as comercializam, que se concretizou durante diversos anos, com a conseqüente maior familiarização dos docentes e técnicos para a sua mobilização e conseqüente predisposição para a aquisição.

Apesar de nos últimos anos ter existido uma aposta mais visível em dotar estes profissionais de formação para a mobilização de aplicações baseadas em software livre, nomeadamente através dos CRTIC, o facto de posteriormente existir pouco apoio técnico ou suporte para além daquele que está presente nos sítios web destas aplicações, e de este geralmente estar disponível em língua estrangeira, faz com que não exista uma predisposição consistente para a sua mobilização.

Entre as diversas características que podem descrever os comunicadores, procurámos saber de que forma os nossos respondentes consideravam importantes algumas que estavam presentes também no nosso comunicador. Conforme referimos anteriormente, por impossibilidade de demonstração presencial das suas características mais relevantes, criámos um vídeo em que as tentámos descrever, e que serviu de base às questões que colocámos.

O gráfico seguinte revela que os mesmos consideravam numa quase unanimidade como importantes todas as características que implementámos no nosso comunicador, destoando apenas ligeiramente a posse de pega, a qual não obteve um grau tão alto de relevância.

Unanimemente foi considerada importante a disponibilização de síntese de voz em português europeu, o que não é de estranhar devido à aparente sensibilidade dos mobilizadores de comunicadores em idade escolar a vozes que sejam familiares no ritmo e na entoação dos fonemas. Foram também unanimemente considerados importantes o facto de serem leves, terem uma boa autonomia, serem facilmente adaptáveis às características dos utilizadores e serem de baixo custo.

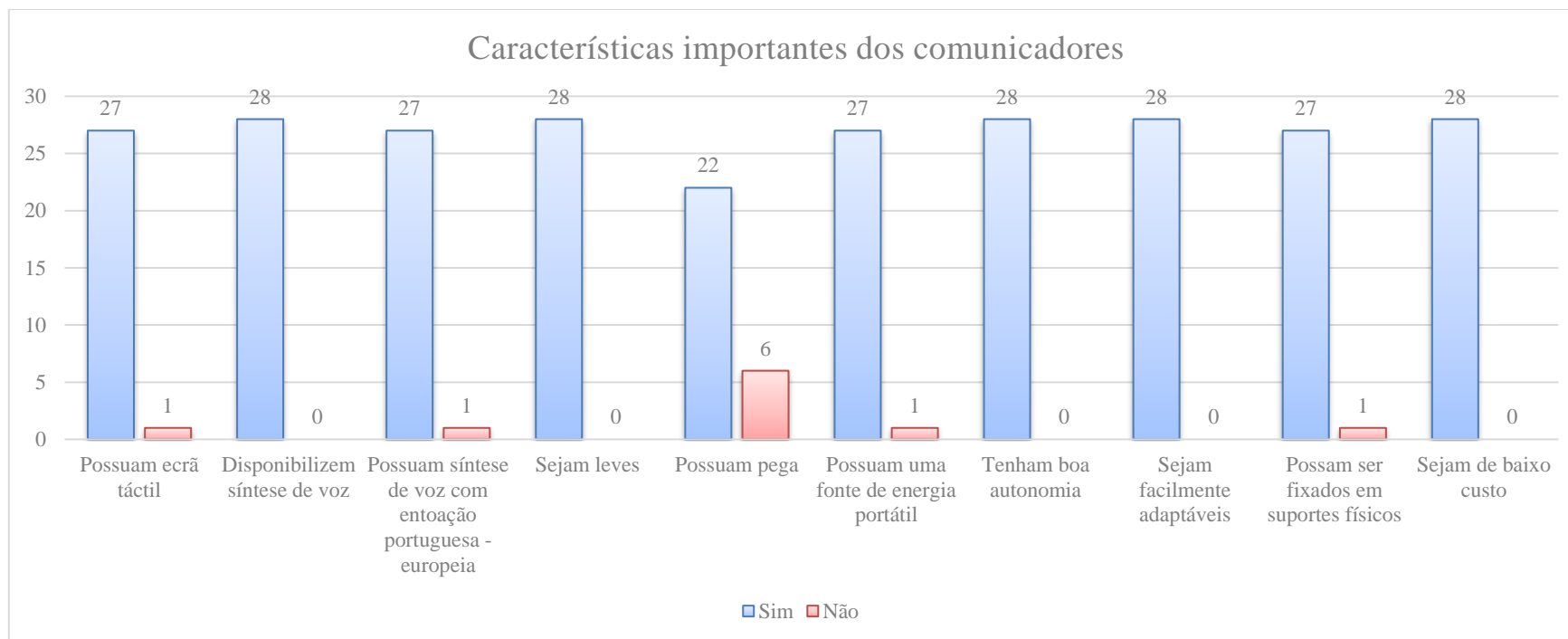


Gráfico 9 - Valorização de algumas características dos comunicadores

Procurámos saber se um comunicador com as características do que lhes apresentávamos seria adequado para utilização por crianças e por adultos, tendo obtido os seguintes dados:

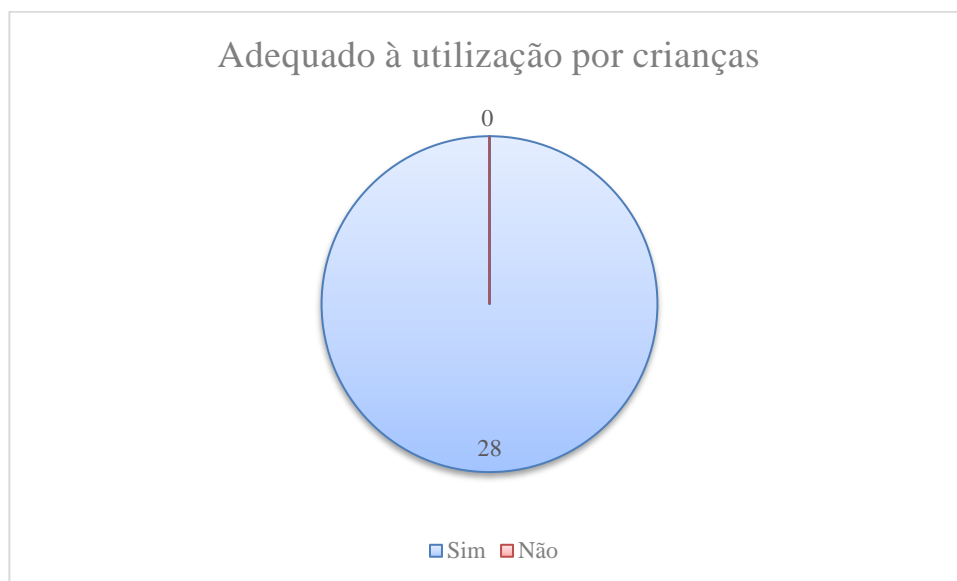


Gráfico 10 - Adequação da utilização do comunicador por crianças

Unanimemente os respondentes declararam que um comunicador com as características do nosso poderia ser adequado à utilização por crianças.

Também considerámos importante recolher a perceção acerca da adequação à utilização por adultos, sendo o número de respostas positivas quase idêntico, havendo apenas uma resposta discordante:



Gráfico 11 - Adequação da utilização do comunicador por adultos

Por último, indagámos acerca da utilização por utentes em idade escolar:

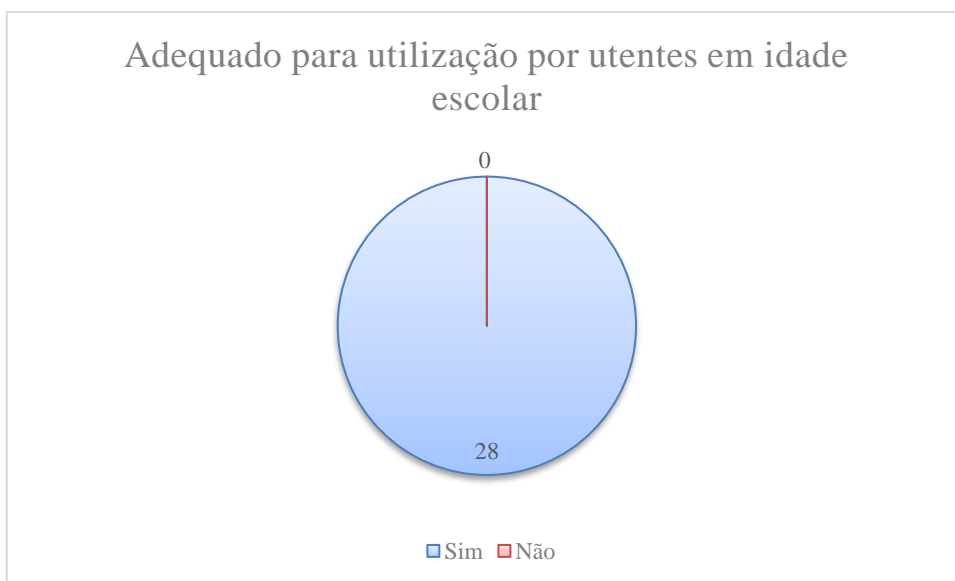


Gráfico 12 - Adequação da utilização do comunicador por utentes em idade escolar

As respostas foram idênticas às da adequação da utilização por crianças, se bem que nesta questão procurássemos alargar o âmbito dos potenciais utilizadores, uma vez que os estabelecimentos de ensino não são também frequentados por utentes com fases de desenvolvimento posteriores.

A adequação para utilização por utentes que adquiram em qualquer momento necessidade de recorrer a comunicador, que exemplificámos na pergunta indicando a ocorrência de doença súbita ou a alteração das capacidades fonatórias foi também referida de forma praticamente unânime como afirmativa:



Gráfico 13 - Adequação da utilização do comunicador por utentes que adquiram necessidade de recorrer a comunicadores em qualquer momento

Apenas um respondente referiu que o comunicador talvez fosse adequado a ser mobilizado nestas circunstâncias.

## Resumo

Neste capítulo descrevemos a configuração e o arranque do sistema, as opções de hardware que considerámos mais pertinentes e o modo como elaborámos os quadros de comunicação.

Ilustrámos a escolha do modelo de microcomputador da caixa, do powerbank, da coluna sem fios e da opção pelo interruptor. Mostrámos ainda como se efetua a configuração dos quadros de comunicação.

Procurámos descrever o sistema na sua globalidade, tendo em conta as vertentes de hardware e de software, os testes que efetuámos e indicámos o custo dos componentes. Por último, apresentámos os resultados do inquérito por questionário que efetuámos a fim de recolher as perceções de docentes e técnicos acerca da sua adequabilidade.

No capítulo seguinte apresentamos as conclusões que resultam do nosso trabalho de projeto e as oportunidades futuras que o mesmo pode propiciar.

**Capítulo VI.**  
**Conclusões e oportunidades futuras**

## Conclusões

Findo este processo, consideramos que se justifica regressar à nossa indagação inicial, procurando refletir acerca do trajeto que efetuámos e dos resultados deste projeto.

O foco da nossa investigação estava radicado na tentativa de atenuação de necessidades de comunicação por cidadãos que estão limitados no que diz respeito à mobilização de instrumentos de comunicação convencionais e da possibilidade de desenvolver soluções de baixo custo que lhes permitam uma maior funcionalidade nessa dimensão.

As nossas questões de partida eram as seguintes:

### **Questão 1 - Que hardware utilizar para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa?**

Julgamos ter respondido com sucesso a esta questão quando refletimos acerca das virtualidades dos microcomputadores, os quais propiciam a portabilidade, permitem a ligação a periféricos de entrada e de saída, são frugais no que diz respeito ao consumo de energia, permitem a ligação a ecrã, podem ser facilmente adquiridos e são de baixo custo.

Também os restantes componentes mereceram a nossa atenção, tendo descrito as suas características mais relevantes no âmbito do produto que procurávamos desenvolver, existindo uma preocupação de discriminar tanto as positivas como as negativas.

### **Questão 2 - Quais os recursos de software livre a que recorrer para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa?**

Para responder a esta questão abordámos as características do software livre e demos especial relevância a duas implementações de geração de quadros de comunicação, procurando centrar-nos naquela que oferecia mais vantagens para conceber soluções de comunicação aumentativa ou alternativa.

### **Questão 3 - Que adequações materiais efetuar para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa?**

A manipulação dos componentes e a busca por soluções que permitissem materializar o comunicador revelou-nos as adequações que implementámos, as quais procurámos descrever de forma detalhada neste relatório de projeto. Demos especial atenção aos registos fotográficos e à inserção de conteúdos gráficos que facilitassem a tarefa a quem queira reproduzir o nosso trabalho e certamente melhorá-lo.

Os objetivos específicos que estabelecemos pretendiam delimitar o nosso percurso relativamente aos processos que implementámos para tentar dar resposta ao foco da investigação e constituem o seu produto.

Recordamo-los de seguida para validar o seu cumprimento.

**Objetivo 1 – Descrever recursos materiais necessários para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi.**

Consideramos ter alcançado este objetivo específico visto ser patente ao longo deste relatório o nosso esforço em elencar as características destes recursos, tanto na sua vertente técnica como na funcional no que dizia respeito ao comunicador, dos quais optámos por considerar pertinentes os seguintes:

Raspberry Pi modelo 3B+ - Microcomputador com características adequadas em termos de portabilidade, ligações para dispositivos de entrada e de saída, baixo consumo de energia, capacidade de ligação a um ecrã, poder ser adquirido por baixo custo e ser facilmente adquirível em lojas nacionais;

Cartão micro SD – Kingston com capacidade de 16 GB, para instalação do sistema operativo e implementação de adequações no sistema;

Ecrã táctil capacitivo de 7 polegadas – o qual proporciona uma área de toque adequada, tendo também em consideração utilizadores com comprometimentos motores e ao mesmo tempo garante a portabilidade;

Caixa para alojamento do sistema – Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen cuja planificação básica foi descarregada de um sítio que a disponibiliza segundo uma Licença Creative Commons, foi adaptada às necessidades de alojamento dos componentes e gerada com tecnologia de impressão 3D;

Powerbank – SBS Pocketline, fonte de energia que dota o comunicador de portabilidade;

Coluna de som sem fios – JBL Go, para dotar o comunicador de capacidades de reprodução de áudio, que enriquece a perceção de quem observa as escolhas do utilizador através da reprodução de ficheiros de síntese de voz ou de vocalizações concebidas especificamente para cada célula;

Interruptor – com o intuito de poupar energia quando o comunicador não está em funcionamento durante um período razoável;

**Objetivo 2 – Identificar recursos de software livre necessários para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a um Raspberry Pi.**

Consideramos também ter conseguido atingir este objetivo específico, através da identificação de recursos de software livre que se prestam a implementar com sucesso as características de funcionalidade dele espectáveis:

Distribuição Raspberry Pi OS enquanto núcleo do sistema, sob o qual puderam ser efetuadas as adequações necessárias em termos de interface, interação e conexão sonora;

Picto4me - Software para criação de quadros de comunicação;

Comandos e utilitários que fazem parte do Raspberry Pi OS, para edição de ficheiros de configuração;

Também aqui procurámos efetuar uma descrição relativamente exaustiva acerca da manipulação deste software, o qual se pode mostrar algo complexo para quem com ele interage inicialmente, tentando ilustrar os passos fundamentais para que o nosso comunicador pudesse ser reproduzido, nesta vertente, com relativa facilidade.

**Objetivo 3 - Implementar adequações materiais e de software num Raspberry Pi para criar um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa.**

A implementação das adequações das áreas de hardware e de software mereceu a nossa particular atenção, visto o produto final resultar das conexões entre os componentes e da configuração dos conteúdos de software, especialmente vocacionada para ativar as funcionalidades desejadas.

Foram descritas as ligações entre os componentes físicos;

Foram relatadas as operações de configuração, nomeadamente a disposição dos quadros de comunicação em ecrã total, o modo como se implementa a hiperligação para os mesmos e a ligação à coluna Bluetooth;

Indicámos como criar projetos no Picto4me, como criar e adequar quadros de comunicação e como estes podem em qualquer momento ser editados para corresponder da melhor forma às necessidades do utilizador;

Descrevemos alguns testes que efetuámos e indicámos sugestões de melhorias que poderiam ser efetuadas num segundo momento de desenvolvimento do comunicador;

Efetuámos um inquérito por questionário a docentes de Educação Especial e outros técnicos (terapeutas da fala, terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, psicólogos...) que desenvolvem atividade com pessoas em que o processo de comunicação se encontra afetado, procurando recolher as suas perceções acerca da valia da nossa criação, tendo a mesma sido avaliada de forma muito positiva.

Em suma, as respostas que encontramos para as questões de investigação e as soluções desenvolvidas para os objetivos que havíamos definido, conjugadas com os dados recolhidos no inquérito por questionário, permitem-nos concluir que respondemos positivamente ao desafio que nos havíamos colocado, ou seja, **descrever a criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi**, objetivo geral da nossa investigação.

## Oportunidades futuras

A nossa investigação baseou-se num paradigma qualitativo, em que foi efetuada uma descrição de um processo que decorreu com alguma flexibilidade, de acordo com o progresso que ia sendo alcançado e com as conclusões que íamos tirando das nossas observações. Foi também baseada num paradigma quantitativo, visto termos recorrido aos dados resultantes do inquérito por questionário, a fim de procurar descortinar nas perceções dos integrantes da nossa amostra o grau de viabilidade e adequação do comunicador às necessidades dos potenciais utilizadores.

Noutro momento, com outros componentes que certamente surgirão fruto da diversidade e da evolução tecnológica, poderemos chegar a resultados diferentes e, com alguma sorte ainda mais próximos de um comunicador mais ajustado às necessidades dos utilizadores. A miniaturização e o acrescento de novas funcionalidades disso se encarregarão.

Assim sendo, no futuro, poder-se-á conduzir um estudo com objetivos similares e com resultados práticos mais substanciais.

Referimos anteriormente que não pudemos efetuar uma reunião presencial com os inquiridos para que estes pudessem manipular o comunicador, fruto do atual contexto de pandemia Covid-19. Em alternativa, optámos por realizar diversos vídeos, sendo as perceções dos respondentes ao inquérito por questionário por estes influenciadas.

Futuramente seria recomendar recolher essas perceções a partir da sua manipulação, a fim de melhor validar as suas respostas.

Os testes que efetuámos permitiram-nos refletir acerca de algumas melhorias que poderiam ser implementadas em diversos componentes ou buscando soluções alternativas para os mesmos. Tocou-nos especialmente o facto de o Picto4me disponibilizar apenas, no presente, a funcionalidade de síntese de voz recorrendo à entoação brasileira, pelo que um exemplo destas possibilidades de melhoria consistiria na implementação de síntese de voz em português europeu.

O nosso conhecimento instrumental para implementação deste tipo de dispositivo não advém de formação de base na área da engenharia informática e baseia-se num percurso pessoal de pesquisa e autoformação que influenciará certamente o resultado a que

chegámos. Outras investigações, com formação diferenciada nas áreas por nós mobilizadas conseguirá certamente ser mais eficaz relativamente ao produto final.

É portanto esse o nosso desejo: que outros se interessem por esta temática e consigam colocar à disposição dos utilizadores dispositivos de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa, com o intuito de esbater barreiras e contribuir para a inclusão de todos, independentemente das suas dificuldades ou especificidades comunicativas.

## Bibliografia

- Afonso, N. (2006). *Investigação Naturalista em Educação. Um Guia Prático e Crítico*. Porto: Asa.
- Aimard, P. (1986). *A Linguagem da Criança*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Almirall, C., Soro-Camats, E., & Bultó, C. (2003). *Sistemas de Sinais e Ajudas Técnicas para a Comunicação Alternativa e Escrita: Princípios Teóricos e Aplicações*. Rio de Janeiro: Santos Editora.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Bouton, C. (1977). *O Desenvolvimento da Linguagem*. Lisboa: Moraes.
- Brannen, J. (25 de fevereiro de 2007). Mixing Methods: The Entry of Qualitative and Quantitative Approaches into the Research Process. *International Journal of Social Research Methodology*. Obtido em 30 de maio de 2020, de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13645570500154642>
- Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação - Guia para a Auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Costa, A. (2005). A Pesquisa de Terreno em Sociologia. Em A. Silva, & J. Pinto, *Metodologia das Ciências Sociais* (pp. 129-148). Porto: Edições Afrontamento.
- Coutinho, C., & Chaves, J. (2002). O Estudo de Caso na Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. *Revista Portuguesa de Educação*(15), 221-243. Obtido em 30 de maio de 2020, de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/492/1/ClaraCoutinho.pdf>
- Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. (2020). Obtido de <https://dicionario.priberam.org/>
- Ferreira, M., Ponte, M., & Azevedo, L. (1999). *Inovação Curricular na Implementação de Meios Alternativos de Comunicação em Crianças com Deficiência Neuromotora Grave*. Lisboa: Secretariado Nacional para a Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência.
- Ferreira, V. (2005). O Inquérito por Questionário na Construção de Dados Sociológicos. Em A. Silva, & J. Pinto, *Metodologia das Ciências Sociais* (pp. 165-196). Porto: Edições Afrontamento.
- Gericota, M. (1995). *Ajudas Técnicas à Comunicação para Pessoas com Paralisia Cerebral*. Obtido em 17 de Maio de 2020, de Repositório Aberto da Universidade do Porto: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/11132>
- Glennen, S., & DeCoste, D. (1997). *The Handbook of Augmentative and Alternative Communication*. New York: Cengage Learning.
- Godoy, A. (1995). Pesquisa Qualitativa. Tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 35(3), 20-29. Obtido em 30 de maio de 2020, de <https://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>
- Halfacree, G. (2018). *The Official Raspberry Pi Begginner's Guide - How to Use your New Computer*. Cambridge, United Kingdom: Raspberry Pi Trading Ltd. Obtido em 14 de agosto de 2020, de [https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/Beginners\\_Guide\\_v1.pdf](https://www.raspberrypi.org/magpi-issues/Beginners_Guide_v1.pdf)
- Haslett, B., & Samter, W. (1997). *Children Communicating: The First 5 Years: The First Five Years*. Londres: Routledge.
- Hill, M., & Hill, A. (2005). *Investigação por Questionários*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Lakatos, E., & Marconi, M. (2003). *Fundamentos de Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas.
- Lozano, A., & Mendiburu, I. (1990). Desarrollo del lenguaje. Em J. González, Á. Ullastres, & C. Salvador, *Desarrollo psicológico y educación* (pp. 173-191). Alianza: Madrid.
- McLuhan, M. (2000). *Os Meios de Comunicação como Extensões do Homem*. São Paulo: Cultrix.
- Murdoch, B. (1997). *Desenvolvimento da Fala e Distúrbios da Linguagem*. Rio de Janeiro: Revinter.
- Paasche, C., Gorril, L., & Strom, B. (2009). *Crianças com Necessidades Especiais em Contextos de Educação de Infância*. Porto: Porto Editora.
- Passerino, L. (2012). Comunicação alternativa, autismo e tecnologia. Em T. Miranda, & T. Filho, *O Professor e a Educação Inclusiva: Formação, Práticas e Lugares* (pp. 223-246). Bahia: Universidade Federal da Bahia.
- Pereira, S. (2020). *Sistema de Símbolos Bliss*. Obtido em 17 de Maio de 2020, de Instituto de Apoio e Desenvolvimento: <http://www.itad.pt/tratamento-de-psicologia/sistema-simbolos-bliss/>
- Pombo, O. (1994). *Cadernos de História e Filosofia da Educação*. Obtido em 28 de Maio de 2020, de Instituto da Educação da Universidade de Lisboa: [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/cadernos/mcluhan/estudo\\_mcl\\_olga.pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/cadernos/mcluhan/estudo_mcl_olga.pdf)

- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (1992). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Richelle, M. (1976). *A Aquisição da Linguagem*. Lisboa: Sociocultura.
- Salazar, N., Guzmán, G., Guevara, S., Velásquez, L., & Castaño, I. (2000). Comunicación aumentativa y alternativa. *Pedagogía y saberes*, 100-102.
- Schrimer, C., Fontoura, D., & Nunes, M. (2004). Distúrbios da aquisição da linguagem e da aprendizagem. *Jornal de Pediatria*, 95-103.
- Sim-Sim, I. (1998). *Desenvolvimento da Linguagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Tetzchner, S., & Martinsen, H. (2000). *Introdução À Comunicação Aumentativa e Alternativa*. Porto: Porto Editora.
- Tuckman, B. (2000). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Yin, R. (2001). *Estudo de caso. Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.

## **Apêndices**





Imagem 91 - Partes laterais esquerda e direita



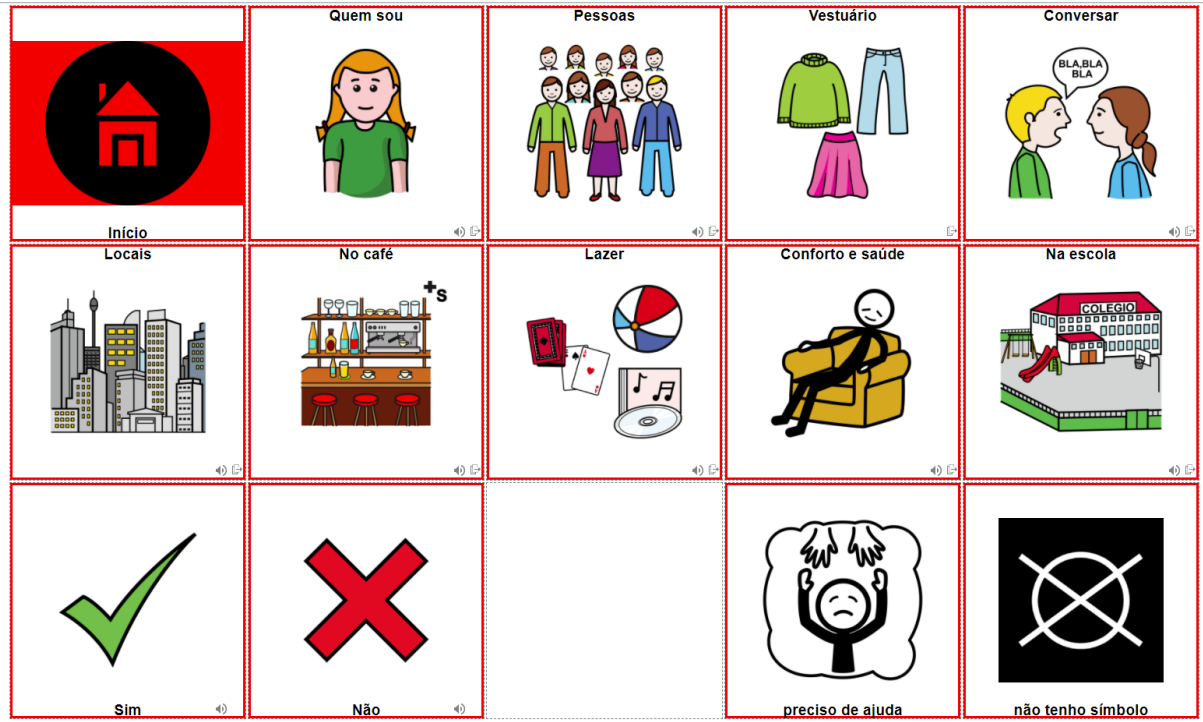
Imagem 92 - Parte inferior



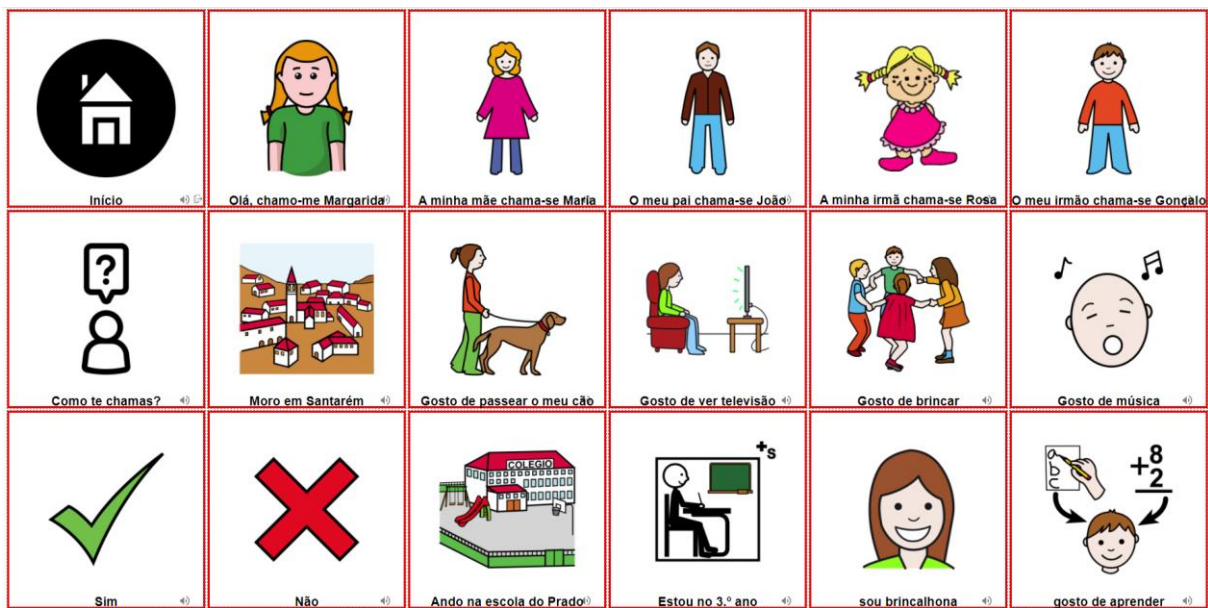
Imagem 93 - Parte traseira

## Apêndice 2 – Constituição dos quadros de comunicação



















Em todos os quadros, o botão “Início” conduz ao quadro inicial.



Quadro 17 - Quadro inicial

















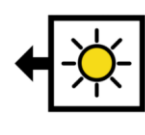
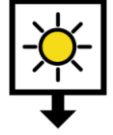
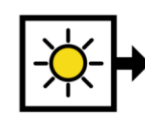

Quadro 18 - Quem sou

					
Início	Eu	quero falar com	tu	chama	telefona
					
mãe	pai	senhor	senhora	menino	menina
					
amigos	professora	professor	assistente operacional	médico	terapeuta





Quadro 19 - Pessoas

				
Início	quero	não quero	calças	saia
				
calções	meias	sapatilhas	sapatos	sandálias
				
tshirt	camisa	casaco	luvas	óculos


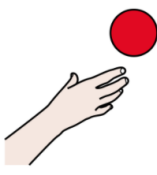







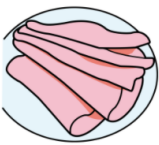



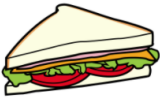

Quadro 20 - Vestuário

 Início	 Olá	 está tudo bem?	 tive uma ideia	 está bem	 não percebo
 não sei	 pergunta sim ou não	 não vejo	 onde?	 que chato	 que engraçado
 sim	 não	 ontem	 hoje	 amanhã	 vamos?


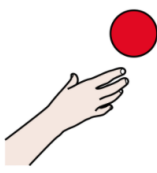



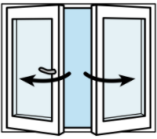

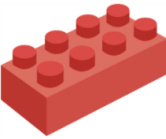







Quadro 21 - Conversar

 Início	 eu	 quero	 ir	 casa	 café
 escola	 cinema	 praia	 parque	 piscina	 hospital
 sim	 não	 boccia	 computador	 ouvir música	 dormir





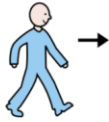













Quadro 22 - Locais

 Início	 quero	 copo de água	 copo de leite	 chá
 chocolate	 coca-cola	 pão	 manteiga	 fiambre
 sim	 não	 queijo	 sandes	 bolo

Quadro 23 - No café

 Início	 quero	 passear	 brincar	 ver tv
 ir à janela	 jogar na consola	 brincar com legos	 ler	 brincar com o cão
 sim	 não	 brincar com o gato	 ajudar na cozinha	 ir ao parque

Quadro 24 - Lazer

 início	 eu	 tenho	 quero	 ir	 ler
 falar	 passear	 trabalhar	 com	 amigos	 professora
 sim	 não	 assistente operacional	 refeitório	 sala de aula	 casa de banho

Quadro 25 - Na escola

## Apêndice 3 – Inquérito por questionário

O inquérito por questionário foi elaborado com recurso à ferramenta Google Forms, a qual permite a recolha automática dos dados e a geração de uma hiperligação para o seu preenchimento por qualquer detentor da mesma.

O seu formato e conteúdo é o seguinte:

Parte 1 – início



### Criação de um comunicador de baixo custo

Questionário elaborado no âmbito de um trabalho de projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre na área de Recursos Digitais em Educação, frequentado no Instituto Politécnico de Santarém - Escola Superior de Educação de Santarém.

Os dados recolhidos obedecem a critérios de anonimidade.

Muito obrigado pela sua participação!

**\*Obrigatório**

Apresentação e descrição dos dos objetivos do questionário. Veja este vídeo antes de responder.



**Criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi**

Questionário no âmbito de um Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre na área de Recursos Digitais em Educação.

**Introdução**

## Parte 1 – continuação

Indique a sua atividade profissional \*

Selecionar ▼

Caso tenha escolhido "Outra", indique qual

A sua resposta \_\_\_\_\_

Há quantos anos desempenha a sua atividade profissional? \*

A sua resposta \_\_\_\_\_

Caso seja docente dos grupos 910, 920 ou 930, há quantos anos é especializado(a)?

A sua resposta \_\_\_\_\_

Seguinte



## Criação de um comunicador de baixo custo

\*Obrigatório

### Os comunicadores

Nesta parte do questionário vamos focar a nossa atenção sobre comunicadores usados na comunicação aumentativa ou alternativa.

Apresentação da segunda parte do questionário

A screenshot of a video player interface. The video title is "Criação de um comunicador de b...". The player shows a presentation slide with the following text:

**Criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi**

Questionário no âmbito de um Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre na área de Recursos Digitais em Educação

**Segunda parte**

The slide also features a large play button icon and a background image of the communication device tablet.

## Parte 2 – continuação

Quais destes sistemas usados para implementar comunicação aumentativa ou alternativa conhece? \*

	Conheço	Não conheço
Tabelas ou quadros de comunicação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relógios, calendários e álbuns de comunicação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicadores de um botão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicadores com dois ou mais botões	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicadores portáteis (digitalizadores de fala)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

No âmbito da sua atividade profissional, no que diz respeito a sistemas de comunicação aumentativa ou alternativa... \*

	Sim	Não
Já usou estes sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nunca usou mas sentiu necessidade de usar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nunca usou nem sentiu necessidade de usar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teve formação para usar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Parte 2 – continuação

Existem múltiplas aplicações informáticas para a geração de atividades de comunicação . Conheça algumas destas? \*

	Conheço	Não conheço
Amplisoft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arasaac	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Boardmaker com SPC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicar com Símbolos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grid 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LetMeTalk	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Picto-selector	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Picto4Me	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plaphoons	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
pVoice	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vox4All	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anterior

Seguinte

## Parte 3 – Início



### Criação de um comunicador de baixo custo

\*Obrigatório

A sua percepção acerca do comunicador que criámos

Nesta secção vamos tentar mostrar algumas características do comunicador que criámos. Dê-nos o seu parecer, por favor.

Apresentação da terceira parte do questionário

A screenshot of a video player interface. The video title is "Criação de um comunicador de bai...". The video content shows a presentation slide with the following text:

**Criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi**


Questionário no âmbito de um Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre na área de Recursos Digitais em Educação

**Terceira parte**

The slide also features a large play button icon and a background image of the communication device tablet.

### Parte 3 – continuação

O nosso comunicador



**O comunicador**

Assistir m...    Compartilh...

**Criação de um dispositivo de baixo custo para comunicação aumentativa ou alternativa com recurso a software livre e a um Raspberry Pi**

Questionário no âmbito de um Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre na área de Recursos Digitais em Educação.

O comunicador

É importante que este tipo de comunicadores... \*

	Sim	Não
Possuam ecrã táctil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disponibilizem síntese de voz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Caso disponibilizem síntese de voz, esta seja de entoação portuguesa - europeia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sejam leves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possuam pega	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possam trabalhar sem estar ligados permanentemente a uma fonte de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possuam uma boa autonomia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sejam facilmente adaptáveis às características dos utilizadores em termos de software	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possam ser fixados em diversos suportes físicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sejam de baixo custo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Parte 3 – continuação

Considera que um comunicador com estas características é adequado para utilização por \*

	Sim	Não
Crianças	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adultos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

No que diz respeito a este comunicador, considera que pode ser usado por... \*



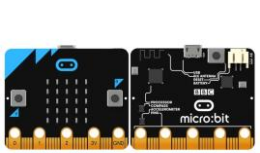

	Sim	Talvez	Não
Utentes em idade escolar?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utentes que adquiram necessidade de recorrer a comunicadores (por doença súbita, alteração das capacidades fonatórias...)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Anterior](#) [Submeter](#)







## **Anexos**







## Anexo 1 – Alguns exemplos de microcomputadores de placa única



À data em que elaboramos a nossa dissertação, estes são alguns dos microcomputadores de placa única que podem ser encontrados no mercado. Enunciam-se algumas das suas características técnicas, e por alguns modelos não serem comercializados em Portugal o preço é referido em dólares e não inclui os custos alfandegários ou de remessa<sup>107</sup>.

	Microcomputador de placa única	Processador	Unidade de processamento gráfico	Memória	Preço em dólares, a partir da Amazon, sem IVA
	Raspberry Pi Zero W	Broadcom BCM2835 (1x ARM1176JZFS core @ 1GHz)	VideoCore IV dual-core	512MB SDRAM	\$10
	Onion Omega2Plus	580 MHz MIPS	n/a	128 MB	\$13
	BBC micro:bit	ARM Cortex-M0	n/a	256KB Flash ROM, 16KB RAM	\$15
	Rock64 Media Board	Rockchip RK3328 (4x Cortex-A53 @ 1.5GHz)	Mali-450 MP2	1GB, 2GB, or 4GB DDR3L; empty eMMC slot	\$25

<sup>107</sup> Lista retirada de <https://all3dp.com/1/single-board-computer-raspberry-pi-alternative/>. Acedido em 31 de julho de 2020.












	Microcomputador de placa única	Processador	Unidade de processamento gráfico	Memória	Preço em dólares, a partir da Amazon, sem IVA
	PocketBeagle	Octavo Systems OSD335x SiP with TI Sitara AM3358 (1x Cortex-A8 @ 1GHz)	PowerVR SGX530	512MB RAM	\$28
	Arduino Mega 2560	ATmega2560	n/a	256KB Flash ROM	\$33
	Le Potato	Amlogic S905X (4x Cortex-A53 @ up to 1.5GHz)	Mali-450 MP2	1GB or 2GB DDR3 RAM; optional 8GB to 64GB eMMC	\$35
	Rock Pi 4 Model B	Rockchip RK3399	Mali T860MP4	64bit dual channel LPDDR4@ 3200Mb/s, 1GB/2GB/4GB optional	\$49
	Odroid-C4	Amlogic ARM S905X3 (4x Cortex-53 @ up to 2GHz)	Mali-G31	2GB DDR3 RAM; optional 8GB eMMC	\$50
	Pine A64-LTS	Allwinner R18 (4x Cortex-A53 cores @ 1.2GHz)	Mali-400 MP2	2GB DDR3 RAM; optional up to 128GB eMMC	\$50

	Microcomputador de placa única	Processador	Unidade de processamento gráfico	Memória	Preço em dólares, a partir da Amazon, sem IVA
	Banana Pi M64	Allwinner A64 (4x Cortex-A53 @ 1.2GHz)	Mali-400 MP2	2GB DDR3 RAM; 8GB to 64GB eMMC	\$59
	Orange Pi 4B	Rockchip RK3399 (4x Cortex-A72 / 2x Cortex A53 @ 2GHz)	Mali T864	4GB DDR3 RAM; 16GB eMMC	\$67
	NanoPC-T3 Plus	Samsung S5P6818 (8x Cortex-A53 @ 400MHz to 1.4GHz)	Mali-400 MP	2GB DDR3 RAM; 16GB eMMC	\$70
	Odroid-XU4	Samsung Exynos5422 (4x Cortex-A15 @ 2.0GHz and 4x Cortex-A7 @ 1.4GHz)	Mali-T628 MP6	2GB LPDDR3 RAM; optional up to 64GB eMMC	\$74
	Asus Tinker Board S	Rockchip RK3288 (4x Cortex-A17 @ 1.8GHz)	Mali-T760	2GB LPDDR3 RAM	\$89
	LattePanda	Intel Cherry Trail Z8350 Quad Core 1.8GHz	Intel HD Graphics @200-500 Mhz	2GB DDR3L	\$120

	Microcomputador de placa única	Processador	Unidade de processamento gráfico	Memória	Preço em dólares, a partir da Amazon, sem IVA
	Minnowboard Turbo Dual Ethernet	Intel Atom E38xx Series	Gen 7 (4 Execution Units)	2GB DDR3L 1067MT/s, on board	\$215
	BeagleBoard-X15	TI AM5728 2x1.5-GHz ARM Cortex-A15	Dual Core SGX544 , 532 MHz	2GB DDR3L RAM	\$240

## Anexo 2 – Modelos de Raspberry Pi comercializados até ao momento e respetivas características técnicas

Até ao momento foram lançados os seguintes modelos de Raspberry Pi, os quais possuem as seguintes características técnicas<sup>108</sup>:

	Raspberry Pi 4 B 8GB	Raspberry Pi 4 B	Raspberry Pi 3 Model A+	Raspberry Pi 3 B+	Raspberry Pi Zero WH	Raspberry Pi Zero W	Raspberry Pi A+	Raspberry Pi 3	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi 2	Raspberry Pi B
											
<b>Release date</b>	2020 May 28	2019 Jun 24	2018 Nov 15	2018 Mar 14	2018 Jan 12	2017 Feb 28	2014 Nov 10	2016 Feb 29	2015 Nov 30	2015 Feb 1	2012 Feb 15
<b>Description</b>	Raspberry Pi 4 B version with 8GB memory and layout of power supply components updated.				Same as Raspberry Pi Zero W with header already soldered						

### Product details

<b>Price</b>	US\$75.00	US\$35.00	US\$25.00	US\$35.00	US\$15.00	US\$10.00	US\$35.00	US\$35.00	US\$5.00	US\$35.00	US\$35.00
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------

### SOC

<b>SOC Type</b>	Broadcom BCM2711	Broadcom BCM2711	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2835
<b>Core Type</b>	Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit	Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit	Cortex-A53 64-bit	Cortex-A53 64-bit	ARM1176JZF-S	ARM1176JZF-S	ARM1176JZF-S	Cortex-A53 64-bit	ARM1176JZF-S	Cortex-A7	ARM1176JZF-S
<b>No. Of Cores</b>	4	4	4	4	1	1	1	4	1	4	1
<b>GPU</b>	VideoCore VI	VideoCore VI	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV 1080p@30	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV 1080p@30
<b>CPU Clock</b>	1.5 GHz	1.5 GHz	1.4 GHz	1.4 GHz	1 GHz	1 GHz	700 MHz	1.2 GHz	1 GHz	900 MHz	700 MHz
<b>RAM</b>	8 GB LPDDR4	1 GB , 2 GB, 4 GB LPDDR4	512 MB DDR2	1 GB DDR2	512 MB	512 MB	256 MB	1 GB DDR2	512 MB	1 GB	512 MB

<sup>108</sup> Retirado de <https://socialcompare.com/en/comparison/raspberrypi-models-comparison>. Acedido em 7 de agosto de 2020.

Raspberry Pi 4 B 8GB	Raspberry Pi 4 B	Raspberry Pi 3 Model A+	Raspberry Pi 3 B+	Raspberry Pi Zero WH	Raspberry Pi Zero W	Raspberry Pi A+	Raspberry Pi 3	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi 2	Raspberry Pi B
----------------------	------------------	-------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	-----------------	----------------	-------------------	----------------	----------------

#### Wired Connectivity

<b>USB</b>	Yes 2x USB3.0 + 2x USB2.0	Yes 2x USB3.0 + 2x USB2.0	Yes 1xUSB 2.0	Yes 4x USB2.0	Yes micro & micro OTG	Yes 1 x micro OTG	Yes 1	Yes 4x USB2.0 + micro OTG	Yes micro + micro OTG	Yes 4 + OTG	Yes 2x USB 2.0
<b>Ethernet</b>	Yes Gigabit	Yes Gigabit	No	Yes Gigabit - Over USB 2.0	No	No	No	Yes 10/100M	No	Yes 10/100M	Yes
<b>SATA Ports</b>	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
<b>HDMI port</b>	Yes 2x micro HDMI	Yes 2x micro HDMI	Yes	Yes	Yes mini	Yes mini	Yes	Yes	Yes mini	Yes	Yes
<b>Analog Video Out</b>	Yes shared with audio jack	Yes shared with audio jack	Yes shared with audio jack	Yes shared with audio jack	Yes via unpopulated pin	Yes via unpopulated pin	Yes shared with audio jack	Yes shared with audio jack	Yes via unpopulated pin	Yes shared with audio jack	Yes Composite video
<b>Analog Audio Out</b>	Yes 3.5mm jack	Yes 3.5mm jack	Yes 3.5mm jack	Yes 3.5mm jack	- HDMI audio	- HDMI audio	Yes 3.5mm jack	Yes 3.5mm jack	- HDMI audio	Yes 3.5mm jack	Yes 3.5mm jack
<b>Analog Audio In</b>	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	- via GPIO, USB Mic or USB Sound Card
<b>SPI</b>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>I2C</b>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<b>GPIO</b>	Yes	Yes	Yes 40-pins	Yes 40-pins	Yes	Yes	Yes 40-pins	Yes 40-pins	Yes 40-pins	Yes 40-pins	- 26-pins
<b>LCD Panel</b>	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes DSI
<b>Camera</b>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes latest version include a camera connector	Yes	Yes DSI
<b>SD/MMC</b>	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes microSD	Yes SD, SDHC and SDXC up to 2TB
<b>Serial</b>	-	-	-	- RX/TX UART	-	-	-	-	-	-	- Through Expansion Connector, needs level shifting

#### Wireless Connectivity (On-Board)

<b>Wi-Fi</b>	Yes 2.4GHz and 5GHz 802.11 b/g/n/ac	Yes 2.4GHz and 5GHz 802.11 b/g/n/ac	Yes 2.4GHz and 5GHz 802.11 b/g/n/ac	Yes 2.4GHz and 5GHz 802.11 b/g/n/ac	Yes 802.11n	Yes 802.11n	No	Yes 802.11n	No	No	No
<b>Bluetooth®</b>	Yes 5.0	Yes 5.0	Yes 4.2, BLE	Yes 4.2, BLE	Yes 4.1	Yes 4.1	No	Yes 4.1 LE	No	No	No

#### Dimensions

<b>Height</b>	3.37 in (85.6 mm)	3.37 in (85.6 mm)	2.55 in (65 mm)	3.37 in (85.6 mm)	1.18 in (30 mm)	1.18 in (30 mm)	2.55 in (65 mm)	3.37 in (85.6 mm)	1.18 in (30 mm)	3.37 in (85.6 mm)	2.12 in (53.98 mm)
<b>Width</b>	2.22 in (56.5 mm)	2.22 in (56.5 mm)	2.20 in (56 mm)	2.22 in (56.5 mm)	2.55 in (65 mm)	2.55 in (65 mm)	2.22 in (56.5 mm)	2.22 in (56.5 mm)	2.55 in (65 mm)	2.22 in (56.5 mm)	3.37 in (85.6 mm)
<b>Depth</b>	0.43307 in (11 mm)	0.43307 in (11 mm)	0.43307 in (11 mm)	0.66929 in (17 mm)	0.51181 in (13 mm)	0.19685 in (5 mm)	0.39370 in (10 mm)	0.66929 in (17 mm)	0.19685 in (5 mm)	0.66929 in (17 mm)	0.66929 in (17 mm)

	Raspberry Pi 4 B 8GB	Raspberry Pi 4 B	Raspberry Pi 3 Model A+	Raspberry Pi 3 B+	Raspberry Pi Zero WH	Raspberry Pi Zero W	Raspberry Pi A+	Raspberry Pi 3	Raspberry Pi Zero	Raspberry Pi 2	Raspberry Pi B
<b>Weight</b>	1.62 oz (46 g)	1.62 oz (46 g)	1.02 oz (29 g)	1.58 oz (45 g)	0.42328 oz (12 g)	0.31746 oz (9 g)	0.81130 oz (23 g)	1.58 oz (45 g)	0.31746 oz (9 g)	1.58 oz (45 g)	1.58 oz (45 g)

**Power**

<b>Power ratings</b>	1.25 A @5V	1.25 A @5V		1.13 A @5V	180 mA	180 mA	200 mA	1.34 A @5V	160 mA	800 mA	700 mA @5V
<b>Power sources</b>	USB-C	USB-C	microUSB, GPIO	microUSB, GPIO	microUSB or GPIO	microUSB, GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO	microUSB, GPIO	microUSB or GPIO	microUSB or GPIO
<b>Power Over Ethernet</b>	- with PoE Hat	- with PoE Hat	No	- with PoE Hat	No	No	No	No	No	No	No

**Other**

<b>Front view</b>												
<b>Website</b>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org/...">raspberrypi.org/...</a>	<a href="https://raspberrypi.org">raspberrypi.org</a>	<a href="https://raspberrypi.org">raspberrypi.org</a>

### Anexo 3 – Algumas representações das peças da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen.

Estes planos foram gerados a partir dos ficheiros originais<sup>109</sup> e podem ser visualizados, por exemplo, na aplicação Print 3D, que acompanha o Windows 10.

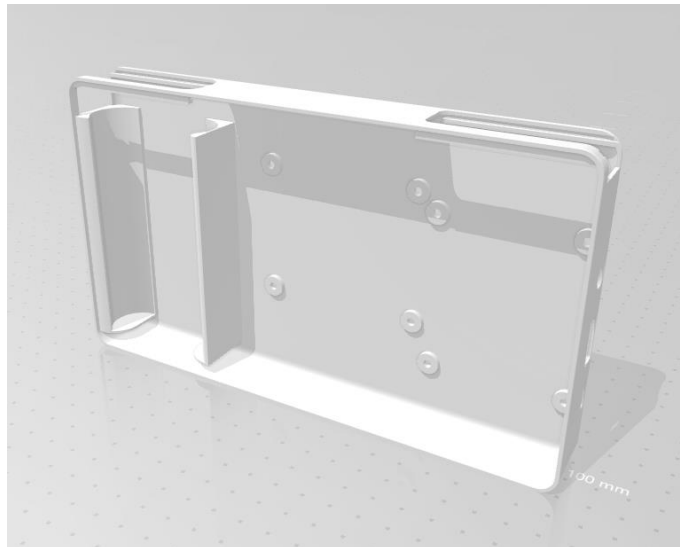


Figura 1 - Peça traseira da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

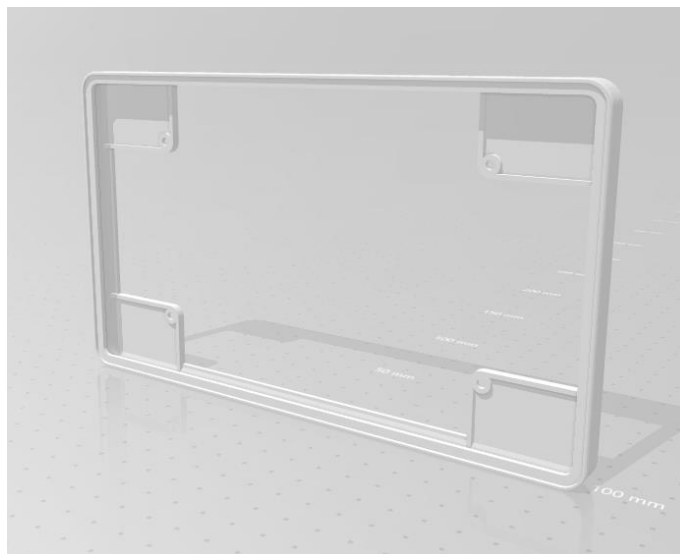


Figura 2 - Peça dianteira da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

---

<sup>109</sup> Que podem ser encontrados em <https://www.thingiverse.com/thing:1481333>.

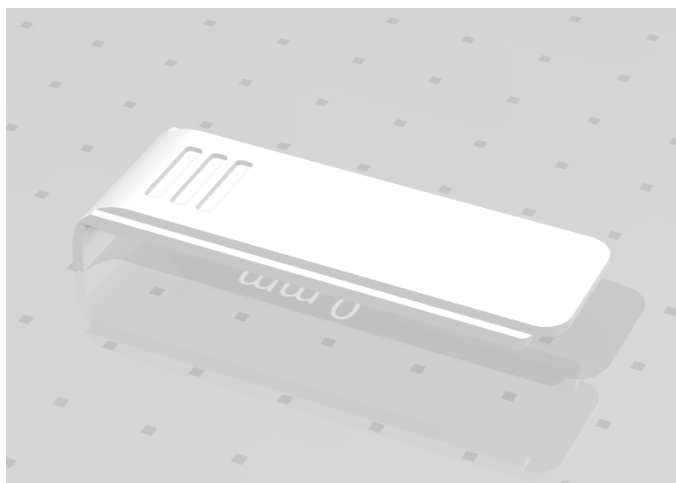


Figura 3 - Peça superior esquerda da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

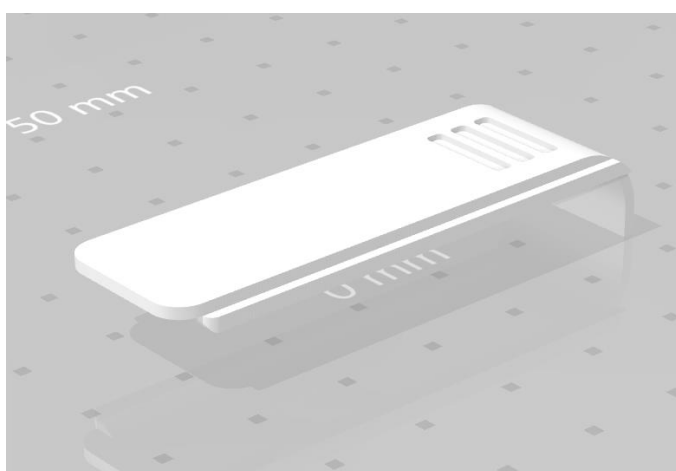


Figura 4 - Peça superior direita da caixa Pipad Raspberry Pi 7 In Touch Screen

## Anexo 4 - Algumas representações das peças da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

Estes planos foram gerados a partir dos ficheiros originais <sup>110</sup> e podem ser visualizados, por exemplo, na aplicação Print 3D, que acompanha o Windows 10.

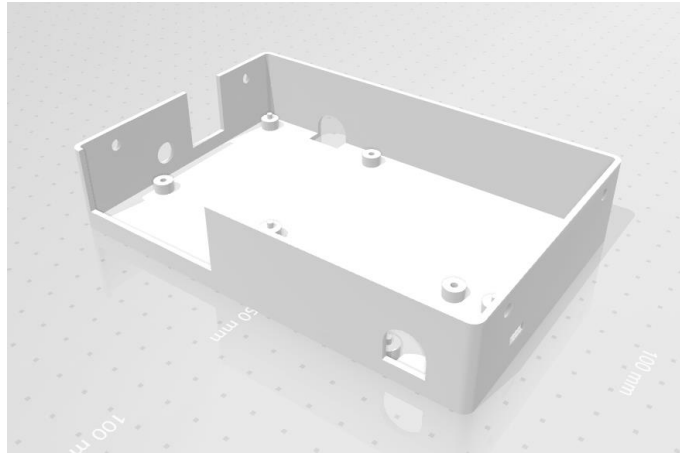


Figura 5 - Peça traseira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

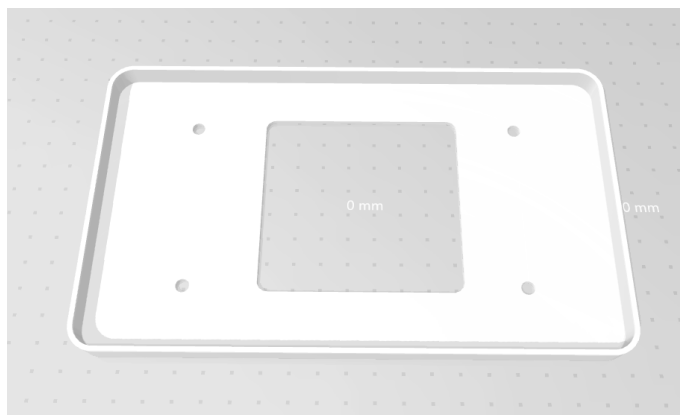


Figura 6 - Peça traseira da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

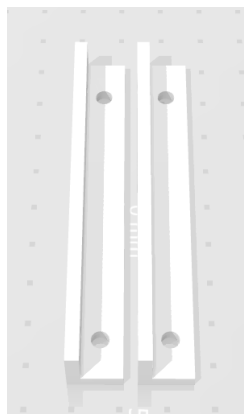


Figura 7 - Fixadores da caixa Raspberry Pi 7" Touchscreen Super Awesome Portable

---

<sup>110</sup> Que podem ser encontrados em <https://www.thingiverse.com/thing:1503651>.

## Anexo 5 – esquema de portas GPIO

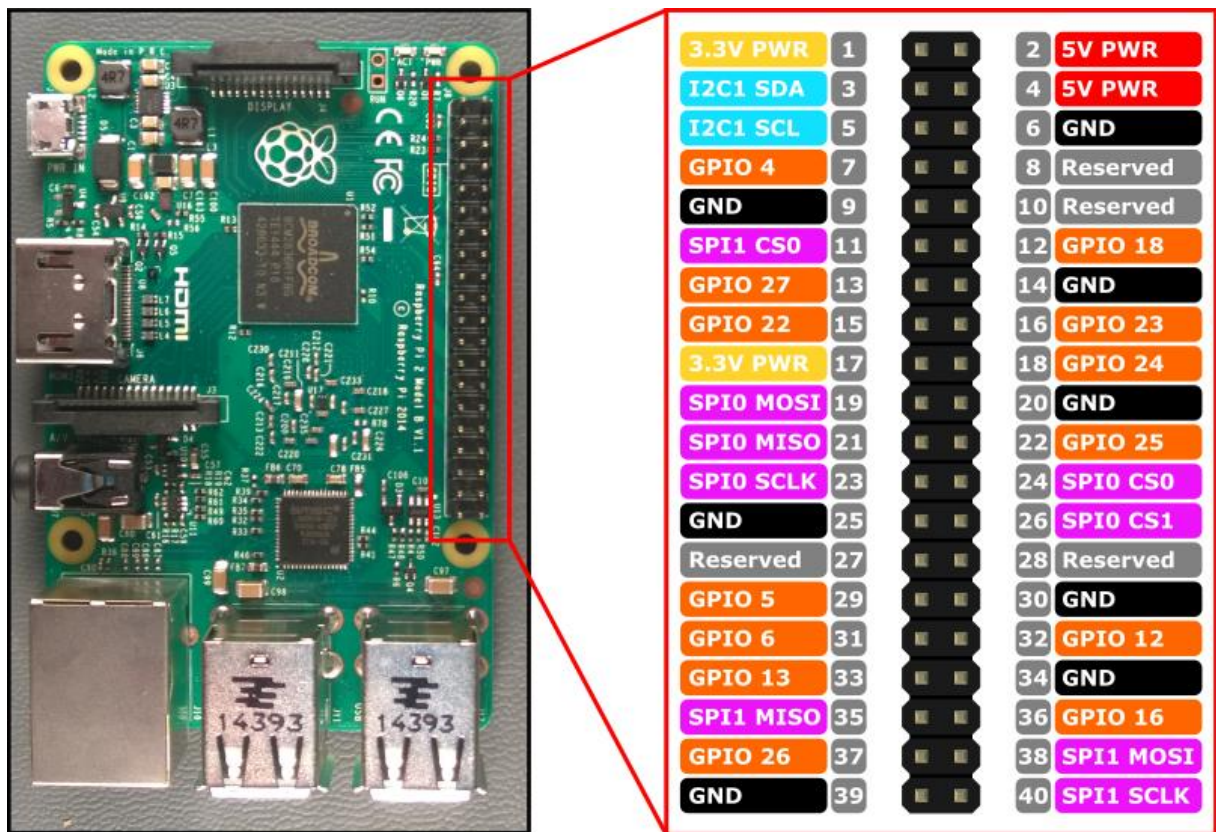


Imagem 94 - Esquema de portas GPIO do Raspberry Pi

Imagem retirada do sítio GitHub.com, a partir de <https://github.com/uraimo/SwiftyGPIO/wiki/GPIO-Pinout>. Acedido em 11 de setembro de 2020.

## Anexo 6 - Configuração do interruptor baseado em botão de pressão

Para testar a adequabilidade da instalação de um interruptor baseado num botão de impressão, seguimos um guião que pode ser encontrado no sítio [scribles.net](https://scribles.net)<sup>111</sup>, que aqui descrevemos.

Os pinos usados na interface GPIO são os 5 e 6. Consulte-se o anexo 5.

Criamos um script recorrendo ao edito nano e gravamo-lo com o nome *power-switch.py*.

```
sudo nano /usr/local/bin/power-switch.py
```

Esse script contém as seguintes linhas, as quais determinam ao sistema que fique vigilante relativamente à pressão do botão e execute um conjunto de ações dependendo de este estar ativo ou inativo, e de se pressionar o botão durante mais ou menos de 3 segundos. Esta temporização é importante para evitar ativações ou inativações ocasionais indesejadas.

```
import threading, subprocess
import RPi.GPIO as GPIO

if __name__ == '__main__':
    try:
        GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
        GPIO.setup(5, GPIO.IN)
        GPIO.wait_for_edge(5, GPIO.RISING)
        pin = GPIO.wait_for_edge(5, GPIO.FALLING, timeout=3000)
        if pin is None:
            subprocess.call('sudo shutdown -h now', shell=True)
        else:
            subprocess.call('sudo reboot', shell=True)
    finally:
        GPIO.cleanup()
```

Para ativar esta funcionalidade no arranque do sistema, há que ativar o script sempre que este acontece.

Deve-se editar o ficheiro *rc.local*

---

<sup>111</sup> Consulte-se a página <https://scribles.net/adding-power-switch-on-raspberry-pi/>. Acedido em 13 de fevereiro de 2020.

```
sudo nano /etc/rc.local
```

De seguida procurar uma linha que contém o código “exit 0” e criar uma linha acima desta com a instrução

```
python /usr/local/bin/power-switch.py &
```

De seguida, reinicia-se o sistema.

```
sudo reboot
```

Efetuada este processo, devemos obter os seguintes resultados:

Com o sistema a funcionar, pressionar o botão durante menos de 3 segundos fá-lo reiniciar;

Com o sistema a funcionar, pressionar o botão durante 3 segundos ou mais fá-lo desligar;

Com o sistema desligado, pressionar o botão fá-lo ligar.