



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
Universidade Técnica de Lisboa

# **Usabilidade nos Leitores de Ecrã para Telemóveis: Uma visão crítica**

**Jorge Miguel Souto de Sepúlveda**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia de Informática e de Computadores**

**Júri**

Presidente: Professor Doutor Alberto Manuel Ramos da Cunha

Orientador: Professor Doutor Joaquim Armando Pires Jorge

Vogal: Professor Doutor Luís Manuel Pinto da Rocha Afonso Carriço

**Outubro de 2010**

# Agradecimentos

---

Gostaria de agradecer ao professor Joaquim Jorge não só pela oportunidade de realização deste trabalho mas igualmente por ter despertado em mim o gosto por esta área em particular sobre a temática da usabilidade que me foi muito útil ao longo deste trabalho e certamente me acompanhará e continuará a motivar ao longo da minha vida profissional e académica.

Gostaria também de deixar um agradecimento mais alargado ao restante grupo de VIMII, em particular ao Hugo Nicolau pela sua participação activa na tarefa de auxílio à co-orientação deste trabalho e ao João Guerreiro pela disponibilidade para realização de testes e outras tarefas de apoio que se revelaram fundamentais para este trabalho.

Queria agradecer à Fundação Raquel e Martin Sain, na pessoa do seu psicólogo: o Dr. Carlos Bastardo, pela total e ampla colaboração na realização de todo o tipo de testes com utilizadores. Aos utilizadores, em particular, queria agradecer pela disponibilidade e tempo despendidos na realização de boa parte deste trabalho e a possibilidade de ter podido conviver com eles o que me permitiu compreender melhor a sua realidade, através das suas vivências, e quais as principais dificuldades e problemas no seu dia-a-dia.

Por último uma palavra de especial apreço e profundo agradecimento para com o Tiago Guerreiro, meu co-orientador, pelo seu contributo sem o qual este trabalho nunca teria sido possível. Obrigado pelas horas de dedicação, apoio e pela paciência dedicada a este projecto.

Às restantes pessoas que por algum motivo não mencionei e que contribuíram, directa ou indirectamente, para a realização deste trabalho, o meu sincero obrigado.

# Resumo

---

Na sociedade moderna os dispositivos móveis desempenham um papel preponderante, sendo praticamente indispensáveis, tanto para uso pessoal como profissional. Os dispositivos móveis actuais oferecem um vasto leque de funcionalidades que vão muito para além da simples capacidade de comunicação.

Estas funcionalidades são disponibilizadas, maioritariamente, através de interfaces fortemente baseadas no retorno visual, fazendo com que os utilizadores com deficiências visuais tenham grandes dificuldades em ter uma interacção eficaz e eficiente com estes dispositivos. Consequentemente, este fenómeno contribui para um crescente fosso entre os deficientes visuais e a tecnologia, em particular a tecnologia móvel.

Com este trabalho pretende-se analisar as soluções existentes para resolver o problema da interacção entre a população alvo e dispositivos móveis. Esta análise terá um particular ênfase nos leitores de ecrã, visto tratarem-se da solução mais utilizada pela população em causa. Com este estudo pretende-se averiguar quais os problemas actualmente resolvidos e aqueles que estão por resolver ou cuja resolução é possível de ser melhorada.

Como resultado deste trabalho foi produzida uma análise reflexiva sobre o funcionamento dos leitores de ecrã juntamente com um conjunto de boas práticas para o desenvolvimento, deste tipo de soluções, sob a forma de guias de desenho.

Toda esta informação produzida foi validada junto da população alvo do nosso estudo, recorrendo para isso à instanciação de soluções, que respeitam as guias de desenho produzidas, e utilizando protótipos através dos quais foram realizados testes comparativos com as soluções actuais.

As guias de desenho produzidas servirão para ser utilizadas, como recomendações base, no futuro desenho e concepção de interfaces em dispositivos móveis para deficientes visuais.

**Palavras-chave:** Acessibilidade, Usabilidade, Telemóvel, Invisual, Leitor de Ecrã, Interfaces, Guias de Desenho.

# Abstract

---

In our modern society, mobile devices play an important role, being almost indispensable, both for personal and professional. Mobile devices offer today a wide range of features that go far beyond simple communication capacities.

These features are available, mostly through heavily visual based interfaces or on visual feedback. Because of that, users with visual impairments have great difficulty in having an effective and efficient interaction with these devices. Consequently, this phenomenon contributes to a growing gap between the visually impaired and technology, especially mobile technology.

The objective of this work is to analyse the existing solutions to solve the problem of interaction between the target population and mobile devices. This analysis will focus on a particular solution, the screen readers, given that it is the most used solution by the population concerned. With this study is to ascertain what are the problems already resolved and those that are unresolved or whose resolution can be improved.

As a result of this work was produced a reflective analysis on the functioning of the screen readers alongside with a set of best practices for development of such solutions in the form of design guides.

All this information produced was validated with the target population of our study, using for this purpose the instantiation of solutions that respected the design guides produced, and using prototypes in which were performed comparative tests with current solutions.

The design guides produced will could be used as basic recommendations in the future design of mobile interfaces for the visually impaired.

**Keywords:** Accessibility, Usability, Mobile, Visually Impaired, Screen Reader, User Interfaces, Design Guidelines.

# Índice

Agradecimentos.....	II
Resumo .....	III
Abstract .....	IV
Índice .....	V
Índice de Figuras .....	VII
Índice de Gráficos .....	VIII
Índice de Tabelas.....	IX
Acrónimos.....	X
1. Introdução .....	1
1.1 Problema .....	2
1.2 Motivação .....	3
1.3 Contribuições.....	4
2. Trabalho Relacionado .....	6
2.1 Hardware desenvolvido à medida .....	6
2.2 Acessórios e adaptações de hardware .....	14
2.3 Soluções baseadas em software .....	17
2.4 Discussão .....	22
2.4.1 Peso.....	22
2.4.2 Dimensões.....	23
2.4.3 Preço .....	23
2.4.4 Funcionalidades .....	24
2.4.5 Exigência Cognitiva .....	25
2.4.6 Resumo .....	26
3. Os Leitores de Ecrã em Telemóveis.....	27
3.1 Visão geral sobre um leitor de ecrã típico .....	28
3.2 Estudo exploratório com cegos e amblíopes .....	39
3.2.1 Fase de Entrevistas.....	39
3.2.2 Fase de Observação de Tarefas.....	45
3.2.3 Conclusões.....	61

3.3	Avaliação de Leitores de Ecrã por peritos .....	65
3.4	Guias de Desenho.....	74
4.	Propostas de Solução .....	77
4.1	Protótipos desenvolvidos .....	78
4.2	Avaliação com utilizadores.....	82
4.2.1	Método de Avaliação .....	83
4.2.2	Resultados e Discussão.....	85
5.	Conclusões.....	90
5.1	Trabalho Futuro .....	91
6.	Bibliografia.....	92

# Índice de Figuras

Figura 1 - Taxa de Penetração do Serviço Telefónico Móvel na União Europeia .....	1
Figura 2 - Exemplo de um teclado Braille .....	6
Figura 3- Representação de caracteres Braille.....	7
Figura 4 - Exemplo de ecrã de células Braille.....	7
Figura 5 - Exemplos de alguns dispositivos móveis para invisuais .....	7
Figura 6 - ALVA Mobile Phone Organizer .....	9
Figura 7 - Touch Messenger e Spice Braille Phone.....	11
Figura 8 - Utilizador usando o earPod .....	13
Figura 9 - Utilizador usando o BlindSight.....	14
Figura 10 - Dispositivo usando o Sypole e película utilizada no 3GM .....	15
Figura 11 – EdgeWrite com exemplo de codificação de alguns caracteres. ....	16
Figura 12 - Interface usada por McGookinetal.....	16
Figura 13 - Método de navegação pelo alfabeto usado no NavTap e NavTouch e cursor usado no NavTap. ....	18
Figura 14 - Gestos direccionais utilizados no NavTouch.....	19
Figura 15 - Teclado do BrailleTap.....	19
Figura 16 - Utilizador usando o SlideRule.....	21
Figura 17 - Gestos usados para controlar o leitor de música em McGookinetal. ....	21
Figura 18 - Ecrã Inicial antes e depois da introdução do código PIN .....	30
Figura 19 - Ecrã exibido após validação com sucesso do código PIN .....	31
Figura 20 - Ecrã principal .....	32
Figura 21 - Menu principal com a opção Jogos seleccionada .....	34
Figura 22 - Menu principal com a opção Mensagens seleccionada .....	36
Figura 23 - Menu de Mensagens com a opção Caixa de Entrada seleccionada .....	36
Figura 24 - Caixa de Entrada com a primeira mensagem seleccionada .....	37
Figura 25 - Conteúdo de uma mensagem .....	38
Figura 26 – Utilizadores a realizarem Tarefas .....	47

# Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Tarefas realizadas por quantidade de utilizadores.....	41
Gráfico 2 – Funcionalidades consideradas mais difíceis por quantidade de utilizadores.....	42
Gráfico 3 – Frequência e dificuldade de realização de Chamadas Telefónicas por número de utilizadores .....	48
Gráfico 4 - Frequência e dificuldade de recepção de chamadas telefónicas por número de utilizadores .....	49
Gráfico 5 – Frequência e dificuldade de localização de chamadas na lista de chamadas não atendidas.....	50
Gráfico 6 – Frequência e dificuldade de criação de contactos na lista de contactos .....	52
Gráfico 7 – Frequência e dificuldade de procura de um contacto na lista de contactos .....	53
Gráfico 8 – Frequência e dificuldade de escrita de SMS.....	54
Gráfico 9 – Frequência e dificuldade de leitura de SMS.....	56
Gráfico 10 – Frequência e dificuldade de criação de notas ou lembretes.....	57
Gráfico 11 – Frequência e dificuldade de configuração de alarmes para notas ou Lembretes ..	58
Gráfico 12 – Frequência e dificuldade de utilização da calculadora.....	58
Gráfico 13 – Frequência e dificuldade de configuração de despertador .....	59
Gráfico 14 – Frequência e dificuldade de alteração das horas.....	60
Gráfico 15 – Frequência e dificuldade de alteração de data .....	61
Gráfico 16 – Frequência e dificuldade de consulta de horas.....	61



# Índice de Tabelas

Tabela 1 - Resumo das características dos dispositivos móveis com alfabeto Braille.....	10
Tabela 2 - Características de alguns dispositivos móveis para normovisuais, presentes no mercado.....	10
Tabela 3 - Quadro de Resumo das características de todas as soluções presentes no documento.....	26
Tabela 4 – Dados sobre pesquisa de aplicação “Despertador” .....	85
Tabela 5 - Dados sobre pesquisa de aplicação “Calculadora” .....	86
Tabela 6 - Dados sobre pesquisa de aplicação “Caixa de Entrada” .....	86
Tabela 7 - Pesquisa por mensagem sobre acidente na Ponte 25 de Abril.....	87
Tabela 8 – Pesquisa por mensagem sobre cancelamento de voos nos Açores .....	88
Tabela 9 – Pesquisa por mensagem sobre jogo Portugal-Dinamarca .....	88

# Acrónimos

**PDA:** Personal Digital Assistant

**SMS:** Short Message Service

**TTS:** Text-to-Speech

**T9:** Text on 9 keys

# 1. Introdução

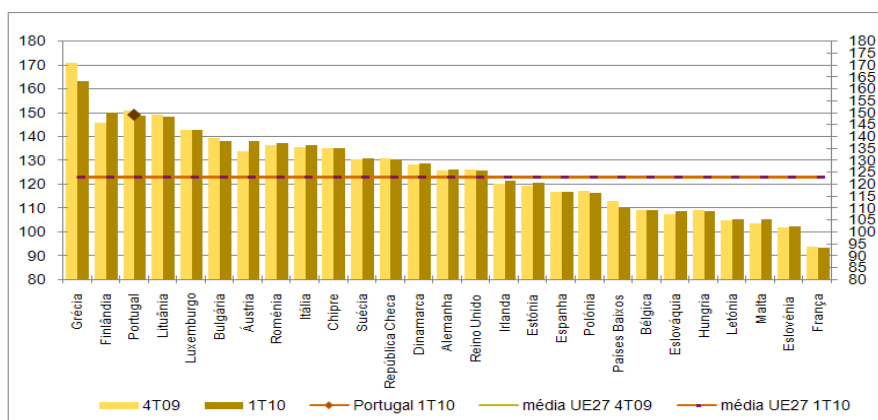
Devido à evolução tecnológica dos últimos anos a capacidade dos processadores aumentou significativamente, tendo as suas dimensões e custo evoluído no sentido inverso, tornando-se cada vez mais pequenos e baratos. Esta evolução deu-se também ao nível da memória permitindo aumentar substancialmente a sua capacidade, diminuir a sua dimensão física e respectivo preço de mercado. Estes avanços tecnológicos proporcionaram assim a evolução dos dispositivos móveis e das suas capacidades, transformando-os por completo.

Na sociedade actual a velocidade a que a informação circula é muito maior do que há uma década atrás. Esta alteração é também ela fruto dos factores de evolução tecnológica anteriormente mencionados. Tais alterações fazem com que hoje em dia seja cada vez mais importante estar a par da informação mais recente sendo assim necessária a possibilidade de poder aceder-lhe em qualquer altura e em qualquer lugar.

Estes factores fazem com que o dispositivo móvel seja cada vez mais um bem essencial e indispensável à vida quotidiana. Para comprovar esta tendência podemos basear-nos no forte crescimento que se tem verificado na taxa de penetração dos dispositivos móveis junto do mercado. Em Portugal, segundo dados da ANACOM [1], no final do 1º trimestre de 2010 o número de assinantes de Serviço Telefónico Móvel aumentou para 15,873 milhões mais 950 mil que no período homólogo onde se registava um valor de 14,923 milhões, representando assim um aumento de cerca de 6,4% num período de um ano.

A taxa de penetração do serviço telefónico móvel subiu para valores a rondar os 149% [1]. Os valores registados em Portugal são superiores aos da média europeia que se situa à volta dos 122% como indica a Figura 1.

Gráfico 1 - Taxa de penetração do serviço na UE27



Unidade: assinantes por 100 habitantes.

Fonte: ICP-ANACOM.

Figura 1- Taxa de Penetração do Serviço Telefónico Móvel na União Europeia

Estes dados significam que existem, em média, mais que um dispositivo móvel por habitante. Dado este carácter de indispensabilidade, hoje em dia, a grande maioria dos dispositivos móveis deixaram de ser meros telefones portáteis passando a ser autênticos computadores de bolso disponibilizando muitas das funcionalidades de um vulgar computador pessoal. Os dispositivos móveis possuem actualmente um leque de funcionalidades alargado, deixando de ser um simples dispositivo de comunicação, com acesso a chamadas de voz e mensagens escritas.

O aparecimento desta nova geração de dispositivos móveis permite oferecer um vasto de leque de funcionalidades a todos os potenciais utilizadores, sejam elas para uso pessoal ou utilizadas como ferramenta de trabalho. Existem funcionalidades que permitem, por exemplo, gerir uma agenda de contactos, enviar e receber emails, navegar na internet através de navegadores concebidos para o efeito, tirar fotografias ou gerir tarefas a realizar, citando apenas algumas das mais simples e comuns.

Apesar de todo o desenvolvimento tecnológico e da vasta oferta ao nível de funcionalidades presentes em dispositivos móveis, existe uma parte da população que sente sérias dificuldades no uso da grande maioria destas funcionalidades. Uma população que se sentebastante limitada neste aspecto é a população invisual.

## 1.1 Problema

O utilizador invisual sente, na sua maioria, enormes dificuldades em utilizar grandes parte das funcionalidades oferecidas nos telemóveis actuais. Funcionalidades simples como o serviço de mensagens escritas, lista de contactos ou despertador poderão ser verdadeiros desafios às capacidades de utilização de um utilizador invisual.

Muitas vezes, a sociedade, tende a menosprezar as capacidades das minorias sobretudo quando são populações com necessidades especiais. No entanto, segundo números da ACAPO [2], os potenciais utilizadores nestas condições serão cerca de um milhão. Este número,que engloba as categorias de cegos<sup>1</sup> e amblíopes em Portugal, representacerca de

---

<sup>1</sup>Segundo a Organização Mundial de Saúde, a deficiência visual engloba 2 grandes categorias: a Cegueira e a Amblíopia, diferenciadas em função dos critérios "acuidade visual" (do melhor olho após correcção) e "campo visual". Trata-se de um dano do Sistema Visual na sua globalidade ou parcialmente podendo variar quanto às suas causas (traumatismo, doença, malformação, deficiente nutrição) e/ou natureza (congénita, adquirida, hereditária) e traduz-se numa redução ou numa perda de capacidade para realizar tarefas visuais (ler, reconhecer rostos).

**Cegueira:** Podemos considerar uma pessoa cega como sendo aquela que não possui potencial visual mas que pode, por vezes, ter uma percepção da luminosidade. De um ponto de vista do desenvolvimento da pessoa com deficiência visual, a Cegueira pode ser de três tipos: congénita (se surge dos 0 ao 1 ano de idade), precoce (se surge entre o 1º e o 3º ano de idade) ou adquirida (se surge após os 3 anos de idade).

**Amblíopia:** Também conhecida por baixa-visão, significa uma reduzida capacidade visual - qualquer que seja a origem - e que não melhora através de correcção óptica. No caso de a amblíopia se traduzir numa

9,16% da população portuguesa. A nível europeu este número aumenta para 2,7 milhões de cegos e 27 milhões de amblíopes [3]. A grande maioria destas pessoas ao tentar utilizar os dispositivos móveis presentes no mercado sente grandes dificuldades em fazê-lo porque todas as funcionalidades são maioritariamente baseadas em conteúdo visual requerendo plenas capacidades visuais, ou perto disso, para poder existir uma interacção eficiente entre utilizador e dispositivo [4].

Prevê-se que a quantidade de pessoas com problemas visuais aumenten nos próximos anos. Segundo estudos recentes [5], levados a cabo sobre a população dos Estados Unidos, da geração que tem actualmente entre 40 e 50 anos, uma em cada três pessoas sofrerão de doenças que reduzirão a visão quando atingirem os seus 65 anos. Este estudo prevê também que em 2030 o número de pessoas com idades acima dos 65 anos será na ordem dos 70 Milhões de pessoas.

O número de pessoas afectadas e potencialmente afectadas por si só é preocupante. Actualmente as alternativas de disponibilização de informação apresentadas pelos dispositivos móveis são muito poucas ou quase inexistentes. A grande maioria dos dispositivos presentes no mercado é bastante dispendiosa e obriga muitas vezes à utilização de mais que um dispositivo para permitir a complementaridade entre funcionalidades encarecendo ainda mais o custo de acesso [6].

Estas previsões indicam-nos que o impacto deste problema terá tendência a ser cada vez maior, a menos que se faça algo para o minimizar. Nesse sentido, hoje em dia, é cada vez maior o número de empresas e grupos de investigação que começa a ter em conta esta problemática tentando resolvê-la ou pelo menos minimizar o seu impacto junto dos utilizadores com deficiências visuais. O investimento nesta área visa melhorar a qualidade de vida da população de cegos e amblíopes dando-lhes, real acesso à tecnologia móvel, de modo a que não se sintam excluídos da restante sociedade ou restringidos à utilização de tecnologias há muito ultrapassadas.

## 1.2 Motivação

Este trabalho pretende contribuir para a resolução da problemática actualmente existente na interacção entre utilizadores com deficiências visuais e dispositivos móveis. Essa contribuição passou pela realização de vários estudos que permitam alargar o conhecimento actual sobre este tema, tentando ir mais fundo que os trabalhos anteriores dando particular ênfase às necessidades dos utilizadores.

---

redução acuidade visual abaixo de 1/10, é costume classificá-la de "amblíopia profunda". Podemos distinguir dois tipos de amblíopia: orgânica (com lesão do globo ocular ou das vias ópticas) ou funcional (sem danos orgânicos).

Actualmente a solução mais usada são os leitores de ecrã que consistem adaptações simples que não contemplam o facto de o retorno visual não estar preparado para ser apresentado de forma auditiva. Uma vez que é esta a solução com mais peso actualmente, foi sobre ela que incidimos o grosso da nossa análise.

Um dos estudos realizados neste trabalho foi uma análise detalhada ao funcionamento dos leitores de ecrã de modo a aferir qual a real contribuição, deste tipo de solução, para a resolução ou redução do impacto desta problemática. Esta análise visou determinar quais os problemas que estão actualmente resolvidos, quais estão ainda por resolver e aqueles onde é possível fazer melhoramentos.

Outra tema analisado foram as necessidades dos utilizadores com deficiências visuais, de modo determinarmos quais as tarefas que gostariam de realizar mas que actualmente não lhes são permitidas com os meios que têm ao seu alcance.

Estas análises tiveram por base entrevistas e análise de tarefas desempenhadas pelos utilizadores. Com base na informação recolhida foram posteriormente desenvolvidas e validadas guias de desenho de interfaces para dispositivos móveis orientadas para pessoas com deficiências visuais. Estas guias de desenho visam dar um contributo no sentido de reformular o processo de desenho e concepção de dispositivos móveis para que tenham em conta as necessidades específicas dos utilizadores com deficiências visuais.

A validação das guias de desenho, aqui produzidas, foi feita por intermédio de instanciação de possíveis soluções, que seguiram as indicações recomendadas, tendo sido transpostas para protótipos que permitiram a posterior validação através de testes, com utilizadores novíços e experientes, comparando o seu comportamento para com as soluções actuais.

Com o resultado deste trabalho pretende-se também contribuir para a diminuição da exclusão social, existente junto dos deficientes visuais, dando-lhes um real acesso à tecnologia móvel para que seja diminuído o fosso que existe actualmente entre ambos.

## 1.3 Contribuições

As principais contribuições que resultam deste trabalho são as seguintes:

- **Estudo sobre as soluções móveis existentes para cegos**

Foi feito um estudo sobre a evolução das tecnologias móveis assistivas para utilizadores cegos. Este estudo dá a conhecer, compara e avalia um conjunto de soluções representativas do trabalho realizado na área, que nos permite compreender o caminho percorrido até à situação actual e perceber o motivo pelo qual adoptámos os leitores de ecrã como a solução a estudar.

- **Análise de utilização de telemóveis por utilizadores cegos**

Foi feita uma análise com base em entrevistas e observação de tarefas, com foco na actual utilização do telemóvel por parte dos utilizadores cegos e amblíopes. Esta análise permitiu recolher informação sobre quais as funcionalidades que os utilizadores usam actualmente, a forma como o fazem, quais as tarefas que conseguem realizar e quais as que não conseguem e motivo de tal impedimento. Esta análise permitiu identificar diversos problemas nas abordagens existentes. Esta análise permitiu perceber que a utilização do telemóvel por parte destes utilizadores é ainda muito limitada, na grande maioria dos casos, apesar de ter sofrido uma ligeira melhoria nos últimos.

- **Análise crítica à usabilidade e funcionamento de leitores de ecrã**

Recorrendo ao auxílio de vários peritos e com base em regras de usabilidade definidas por especialistas (heurísticas de Nielsen) conseguimos obter uma avaliação sobre o método de funcionamento dos leitores de ecrã. Esta avaliação permitiu revelar uma série de princípios errados de concepção e desenho de interfaces que estão na origem da maior parte dos problemas identificados. O desenho e concepção deste tipo de sistema está assente em pressupostos errados e ignora muitas das características específicas inerente não só à população em causa como ao próprio modo de interacção entre utilizadores e dispositivo.

- **Guias de desenho e concepção de interfaces para dispositivos móveis**

A análise de tarefas, realizada com utilizadores, em conjunto com a avaliação levada a cabo por peritos de usabilidade permitiu identificar uma série de problemas existentes na utilização de dispositivos móveis por parte de utilizadores invisuais. Tendo por base esta informação recolhida, foi possível definir um conjunto de guias de desenho para interfaces em dispositivos móveis para deficientes visuais.

O estudo realizado permite-nos verificar que a solução analisada respeita algumas das guias de desenho propostas no entanto, em muitos dos casos, não respeita a sua maioria sendo esse o motivo da maior parte dos problemas que se fazem sentir nesta solução.

- **Proposta de soluções para alguns dos problemas encontrados**

Com base nas guias de desenho realizadas, propusemos, desenvolvemos e testámos soluções para resolver alguns dos problemas encontrados durante a fase de observação de tarefas. Estas soluções contemplaram, entre outras, a pesquisa contextual de aplicações e mensagens escritas, a disponibilização de ajuda contextual e um método de correcção fonética de texto.

## 2. Trabalho Relacionado

---

No sentido de tentar diminuir o fosso existente entre utilizadores com deficiências visuais e os dispositivos móveis, existe hoje em dia um conjunto de abordagens que visa resolver ou colmatar algumas destas falhas. As soluções encontradas podem classificar-se essencialmente em três grandes categorias: hardware desenvolvido à medida, acessórios e adaptações de hardware a dispositivos já existentes e soluções baseadas em software.

Tendo em conta esta divisão irá ser apresentando um estado da arte, i.e. as soluções mais relevantes existentes actualmente no mercado ou em fase desenvolvimento. A descrição presente em cada categoria aqui abordada não pretende ser uma lista exaustiva de todas as soluções existentes mas sim uma comparação entre aquelas que detêm os aspectos mais relevantes. Será posteriormente realizada uma breve análise sobre as vantagens e desvantagens de cada abordagem de modo a identificar lacunas que não estejam actualmente preenchidas ou problemas para os quais as actuais soluções são pouco eficientes.

### 2.1 Hardware desenvolvido à medida

Existe actualmente, no mercado, uma vasta oferta no que diz respeito a dispositivos móveis desenvolvidos à medida para utilizadores com deficiências visuais, recorrendo ao alfabeto Braille<sup>2</sup>. Nos últimos anos tem-se assistido a uma evolução neste nicho de mercado surgindo cada vez mais marcas a comercializar estes dispositivos móveis e alargando o leque de funcionalidades disponíveis à medida que cada novo modelo vai sendo lançado no mercado.

Os dispositivos móveis desenvolvidos à medida para utilizadores com deficiências visuais surgiram inicialmente para responder às necessidades muito específicas desta população. Os primeiros dispositivos a surgir no mercado, durante a década de 90, eram utilizados apenas como simples processadores de texto, sendo este introduzido através de teclados em Braille.



Figura 2 - Exemplo de um teclado Braille

---

<sup>2</sup>Braille é um alfabeto vocacionado para cegos, inventado pelo francês Louis Braille, em meados do século XIX, e que consiste na representação de caracteres por meio de uma matriz de 6 células em que cada célula pode conter um ponto com relevo que é perceptível ao tacto. As várias combinações de pontos preenchidos ou vazios permitem codificar até 63 símbolos diferentes, sendo suficiente para representar letras simples e acentuadas, pontuações, algarismos, sinais algébricos e notas musicais.



Estes teclados (ver Figura 2) eram uma característica comum a todos os modelos comercializados variando, no entanto, o número de teclas entre diferentes dispositivos.

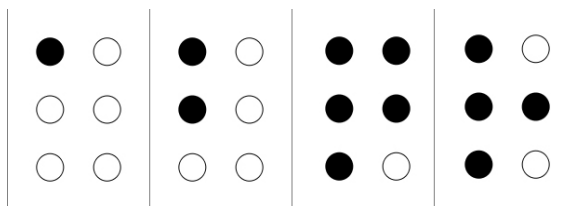


Figura 3- Representação de caracteres Braille

Estes dispositivos, inicialmente possuíam ecrãs com células de Braille variando o número de células por ecrã consoante o fabricante em causa. Estas células de Braille permitem ao utilizador obter retorno háptico relativamente ao texto que vão introduzindo de forma não só a ler documentos mas também a conseguir aferir o estado actual do texto que esteja a ser criado ou editado por si. A Figura 4 mostra um exemplo de um ecrã de células Braille.



Figura 4 - Exemplo de ecrã de células Braille

Alguns exemplos de dispositivos deste género são: o **Braille SensePlus**[7], o **Brailino**[8], o **BRAILLEX EL Braille Assistant (ELba)** [9], o **PAC Mate BNS** [10], o **Braille Lite** [11], o **Braille 'n Speak**[12] ou o **Braille Note**[13]. Podem ser vistos alguns dos exemplos referidos na Figura 5.



Figura 5 - Exemplos de alguns dispositivos móveis para invisuais

Estes dispositivos tiveram uma contribuição inicial muito positiva para o aumento da qualidade de vida da população de cegos e amblíopes, permitindo-lhes ultrapassar algumas barreiras e satisfazendo algumas das suas necessidades mais prementes. No entanto com o passar dos anos e a evolução da tecnologia, estes aparelhos, começaram a tornar-se obsoletos.

De forma a acompanhar as tendências de mercado, para poder satisfazer as novas necessidades tecnológicas, os fabricantes deste tipo de dispositivos móveis viram-se obrigados a fazer evoluir os seus produtos. Os seus produtos evoluíram surgindo com maiores capacidades em relação às versões anteriores, mais funcionalidades e uma série de novos acessórios que antes não existiam.

Actualmente a grande maioria destes dispositivos mantém as características dos seus antecessores, no entanto sofreram algumas melhorias. A título de exemplo, o retorno disponibilizado nestes dispositivos deixou de ser apenas por intermédio do ecrã Braille sendo também acompanhado por retorno auditivo através de síntese de voz. Os sintetizadores de voz<sup>3</sup> incorporados nos dispositivos permitem ainda um ajuste do “pitch”, frequência e verbosidade, consoante as necessidades e capacidades de cada utilizador.

Apesar do salto tecnológico que conduziu à evolução deste tipo de dispositivos, a maioria dos fabricantes começou a convergir no que diz respeito às soluções e produtos oferecidos. A grande maioria dos modelos é muito semelhante entre si apesar de serem provenientes de diferentes fabricantes. Esta estagnação no que diz respeito à diversidade da oferta pode-nos levar a concluir que está encontrado um modelo padrão, apesar de este não ser satisfatório para as reais necessidades das pessoas com deficiências visuais.

Ao longo da evolução neste nicho de mercado uma característica comum que sempre foi tida em conta no desenvolvimento destes dispositivos foi a portabilidade dos mesmos uma vez que se tratam de dispositivos móveis. As dimensões e peso dos dispositivos foram reduzindo ao longo do tempo tornando-os mais móveis que os seus antecessores.

Apesar desta evolução, poucas foram as soluções que evoluíram de forma a tentar convergir ou aproximar-se dos restantes dispositivos móveis concebidos para a população geral como os telemóveis ou PDAs (Personal Digital Assistant). Esta divergência de caminhos fez com sejam poucos os dispositivos que possuam a capacidade de receber e realizar chamadas telefónicas, receber e enviar SMS (ShortMessageService). A grande maioria destes dispositivos centra-se em oferecer funcionalidades de edição de texto e gestão de contactos numa agenda pessoal.

Apesar de alguns dos sistemas referidos possuírem algumas das funcionalidades presentes na maior parte dos PDAs, existentes hoje em dia no mercado, remetem para segundo plano as

---

<sup>3</sup>**Sintetizador de voz** é um sistema digital utilizado para o processo de produção artificial de voz humana que pode ser implementado em software ou hardware. Um sistema texto-voz (ou *TTS* em inglês) converte texto em linguagem normal para voz.

chamadas telefónicas e os SMS, que são possivelmente das mais importantes. A maioria destes dispositivos permite a ligação a telemóveis e PDAs podendo então usufruir de algumas das suas capacidades nomeadamente a realização e recepção de chamadas telefónicas e escrita e leitura de SMS.

Contrariando esta tendência generalizada existem alguns exemplos de dispositivos móveis, desenvolvidos para pessoas com deficiências visuais e conhecedoras de alfabeto Braille, que oferecem as funcionalidades mais elementares de um telemóvel como a possibilidade de realizar e receber chamadas telefónicas e de enviar e receber SMS. Um exemplo deste tipo de dispositivos é o **ALVA Mobile PhoneOrganizer** [14], que pode ser visto na Figura 6.

O **ALVA Mobile PhoneOrganizer** é um dispositivo móvel concebido para gestão de informação pessoal através de uma agenda de contactos ou anotador e simultaneamente receber e efectuar chamadas telefónicas, enviar e receber SMS ou receber e enviar correio electrónico entre outras funcionalidades. Este dispositivo está presente no mercado desde 2003 e possui um ecrã Braille com 20 caracteres de 8 células cada, um teclado Braille de 8 teclas e um sintetizador de voz.



Figura 6 - ALVA Mobile PhoneOrganizer

Este dispositivo tem a grande vantagem, perante os seus concorrentes de mercado, de oferecer a possibilidade de realizar e receber chamadas telefónicas e de enviar e receber SMS sem ter a necessidade de recorrer a mais dispositivos. A maioria dos outros dispositivos presentes no mercado permite também usufruir destas funcionalidades sendo, no entanto, necessário efectuar uma ligação a um dispositivo móvel tradicional como um telemóvel ou PDA. Esta ligação é normalmente feita através de uma *dockingstation*, interface *bluetooth*, porta em série ou interface por infravermelhos permitindo efectuar a ligação não só a dispositivos móveis mas também a um computador.

Estas ligações permitem ao utilizador não só usufruir das funcionalidades anteriormente mencionadas como também interagir com um computador, telemóvel ou PDA dando a possibilidade de sincronização de dados entre ambos os dispositivos ou tirar partido das restantes funcionalidades oferecidas por qualquer um dos dispositivos com os quais é estabelecida a referida ligação.

Dispositivo	Dimensões	Volume	Peso	Preço
	comp. x larg. x alt. (cm)	cm <sup>3</sup>	gramas	euros
Alva Mobile Phone Organizer	23 x 12 x 5	1380,00	790	3000
Braille Lite	21 x 12,7 x 4,5	1200,15	900	2600
Braille n' Speak	20,3 x 12,7 x 3,2	824,99	460	1000
Braille Note	25 x 15,5 x 5	1937,50	1000	3000
Braille Sense Plus	25 x 12,8 x 3,9	1248,00	924	3800
Braillino	22,3 x 12,3 x 3,3	905,16	688	2900
EL Braille Assistant (ELba)	30 x 21,6 x 5,1	3304,80	1400	3200
PAC Mate BNS	24,8 x 13,4 x 4,9	1628,37	900	750

Tabela 1-Resumo das características dos dispositivos móveis com alfabeto Braille

Dispositivo	Dimensões	Volume	Peso
	comp. x larg. x alt. (cm)	cm <sup>3</sup>	gramas
iPhone	11,55 x 6,21 x 1,23	88,22	135
BlackBerry Bold 9000	11,4 x 6,6 x 1,5	112,86	133
HTC Touch Pro	10,2 x 5,1 x 1,9	98,84	165
Nokia N96	10,3 x 5,5 x 2	113,30	125

Tabela 2 - Características de alguns dispositivos móveis para normovisuais, presentes no mercado

As características destes dispositivos (ver Tabela 1e Tabela 2), juntamente com a necessidade de acessórios extra para que se possa usufruir das funcionalidades de chamadas telefónicas e SMS, condicionam a sua real mobilidade. Estes dispositivos em vez de dispositivos móveis são apenas dispositivos passíveis de ser transportados uma vez que dadas as suas dimensões e peso tornam-se muito complicados de operar em andamento, em particular para o tipo de utilizadores em questão que normalmente fazem-se acompanhar de uma bengala, cão guia ou ambos. Torna-se assim praticamente impossível utilizar este tipo de dispositivos em andamento.

Para uma utilização eficaz da grande maioria destes dispositivos, é necessário que o utilizador esteja parado, recorrendo normalmente à utilização de ambas as mãos e de uma superfície onde se possa pousar o dispositivo de forma a ter uma melhor interacção com o mesmo. Além de condicionarem a mobilidade do utilizador, estes dispositivos, são impossíveis de transportar dentro de uma algibeira de forma discreta como acontece com a maioria dos telemóveis concebidos para normovisuais<sup>4</sup>. Este aspecto acentua ainda mais o problema da exclusão social junto da população de deficientes visuais.

Além de pretenderem ter funcionalidades semelhantes aos dos normovisuais, a maioria das pessoas com deficiências visuais, pretende também que os dispositivos que usam sejam muito semelhantes aos dos normovisuais. A maioria destas pessoas não gosta de usar dispositivos

<sup>4</sup> Pessoas que não são portadoras de deficiências visuais.

móveis que se destaquem dos demais por aspectos negativos. Estas pessoas pretendem estar inseridas, o mais possível, no mundo dos normovisuais [15].

Há ainda outro factor que coloca alguns entraves à utilização mais frequente destes dispositivos pela população alvo para a qual foi concebida, que é o preço. Os preços elevados apresentados pela maioria dos dispositivos descritos anteriormente limitam o acesso, de uma grande parte desta população, por falta de meios para os adquirir.

Tendo em conta as questões levantadas anteriormente, existem dois outros dispositivos que diferem um pouco da corrente seguida pela maior parte dos fabricantes dos dispositivos já citados. Os dispositivos em causa são o **Touch Messenger** da Samsung [16] e o **Spice Braille Phone** [17] (ver Figura 7), sendo que o primeiro possibilita apenas o envio e recepção de SMS e o segundo apenas oferece a possibilidade de realizar e receber chamadas telefónicas.

Apesar de nenhum destes dois dispositivos oferecer ambos os serviços de chamadas telefónicas e SMS, no entanto possuem uma dimensão e peso mais reduzidos o que lhes confere um aspecto que os aproxima muito mais dos dispositivos móveis para normovisuais. Outra característica muito importante que os faz diferir dos restantes é o preço. O **Spice Braille Phone** tem um preço muito reduzido. Já o **Touch Messenger**, apesar de não ser comercializado e não ter preço de mercado, as suas características permitem inferir que teria um preço certamente inferior aos dos restantes dispositivos.



Figura 7 - Touch Messenger e Spice Braille Phone

O **Touch Messenger** foi um protótipo de um telemóvel Braille lançado pela Samsung em 2006 tendo sido concebido para utilizadores com deficiências visuais. As características deste protótipo foram enaltecidas pela comunidade tendo recebido o Gold Award pela Industrial Design Excellence Awards (IDEA) [18]. Este dispositivo possibilita que os utilizadores enviem e recebam SMS recorrendo a uma matriz de 12 células que permite representar dois caracteres Braille em simultâneo. Além deste teclado possui também um ecrã Braille de 14 células. Apesar do relativo sucesso deste protótipo ele não permite, no entanto, realizar e receber chamadas telefónicas tendo como única utilização a leitura e escrita de SMS.

Esta limitação do **Touch Messenger**, no que diz respeito às suas funcionalidades, poderá ter sido um dos motivos que levou a que este protótipo não tenha passado da fase de estudo para a fase de comercialização. É no entanto um modelo a ter em conta e poderá servir de inspiração para futuros produtos a desenvolver.

O outro dispositivo, o **Spice Braille Phone**, foi apresentado pela SpiceCorporation na Mobile WorldCongress em 2008 [19]. A SpiceCorporation tentou levar a cabo uma abordagem diferente na concepção deste produto restringindo as funcionalidades disponibilizadas de modo a conseguir obter um custo de produção muito reduzido.

A SpiceCorporation alcançou um dos seus grandes objectivos iniciais conseguindo reduzir em muito o custo de produção deste produto para um valor inferior a \$20 (USD). No entanto para atingir este baixo custo de produção foi necessário que este produto disponibilizasse apenas uma funcionalidade básica mas essencial que é a funcionalidade de efectuar e receber chamadas.

O **Spice Braille Phone** possui um teclado semelhante ao teclado dos telemóveis comuns onde as teclas diferem das demais por possuírem a simbologia associada às suas funcionalidades impressas em Braille (números das teclas, asterisco, cardinal, atender, realizar ou desligar chamada). Para auxiliar na realização de chamadas, este dispositivo possui um sintetizador de voz que vai lendo o número à medida que vai sendo introduzido, lendo posteriormente o número completo após o utilizador ter pressionado a tecla para efectuar a chamada. Quando o dispositivo recebe uma chamada o sintetizador de voz lê o número para que o utilizador possa saber quem está a ligar antes de atender a chamada.

Apesar do TouchMessenger e do Spice Braille Phone se debruçarem sobre as funcionalidades de Chamadas telefónicas e SMS, que são completamente postas de parte pelos restantes dispositivos (à excepção do ALVA Mobile Phone), o facto apenas se focarem numa funcionalidade, cada um deles, torna-os bastante redutores. A problemática da eficiência da escrita e leitura de SMS, que está longe de estar resolvida, juntamente com a inclusão da funcionalidade de chamadas telefónicas em dispositivos para deficientes visuais são assuntos de capital importância. No entanto a maioria das restantes funcionalidades presentes nos demais dispositivos também são úteis e não devem portanto ser desprezadas.

Uma solução mais próxima da solução ideal resolverá a questão da optimização de escrita e leitura de SMS, incluirá a funcionalidade de Chamadas telefónicas mas oferecerá também outras funcionalidades bastante úteis que estão presentes na maioria dos restantes dispositivos.

À parte do Hardware desenvolvido à medida com base em alfabeto Braille existem também outro tipo de dispositivos igualmente desenvolvidos à medida mas sem a necessidade de conhecimento do alfabeto em questão para poder usufruir da sua utilização.

Um exemplo deste tipo de dispositivos é o **Mobile ADVICE**[20]. Este trabalho foi realizado com o objectivo de desenvolver um dispositivo móvel usando uma combinação de retorno háptico e auditivo tentando providenciar uma interface através da qual o utilizador pudesse utilizar funcionalidades avançadas num dispositivo móvel.

O dispositivo foi desenhado possibilitando o acesso às funcionalidades de envio e recepção de emails, chamadas telefónicas, gestão de informação pessoal e outras aplicações como jogos e multimédia.

Esta solução foi testada tanto com utilizadores com deficiências visuais como com normovisuais. Após avaliação dos resultados concluiu-se que um dispositivo deste género pode potenciar as capacidades dos deficientes visuais no que diz respeito à utilização de dispositivos móveis.

Outro exemplo de dispositivos desenvolvidos à medida mas sem recorrer ao alfabeto Braille é o **earPod**[21](verFigura 8), que apesar de não ter sido desenvolvido especificamente para utilizadores com deficiências visuais foi, no entanto, concebido para ser utilizado ser recorrer ao uso das capacidades visuais dos utilizadores. A forma escolhida para melhor interagir com o dispositivo, sem recorrer ao uso das capacidades visuais, foi através do tacto e audição.

O **earPod** foi criado para que a sua utilização seja feita através da utilização de uma roda sensível ao toque que permite a navegação por entre as várias funcionalidades, fornecendo simultaneamente retorno auditivo que vai descrevendo cada passo da navegação e respectivas possibilidades de interacção. A navegação é feita de forma sequencial sendo depois possível descer um nível na hierarquia de um determinado menu seleccionando a respectiva entrada sendo novamente disponibilizado um menu circular correspondente às funcionalidades agrupadas no menu em causa.



Figura 8 - Utilizador usando o earPod

Além do retorno auditivo que é feito através de um sintetizador de voz que lê as opções de cada entrada do menu, existe também um retorno auditivo através de pequenos “cliques” que auxiliam o utilizador na percepção da passagem entre entradas do menu.



Esta navegação mostrou ser eficaz nos testes levados a cabo, com utilizadores sem deficiências visuais, sendo a eficiência inferior à da navegação através de retorno visual para utilizadores principiantes mas revelou ser muito mais eficiente para utilizadores com alguma experiência. É uma técnica que tende a melhorar a sua eficiência à medida que vai aumentando a sua utilização.

Apesar de os testes não terem sido levados a cabo com utilizadores com deficiências visuais, as técnicas utilizadas parecem ser bastante prometedoras para a utilização na população em causa. Esta técnica de navegação poderá revelar-se muito interessante e melhorar o desempenho da navegação em dispositivos móveis de utilizadores cegos ou amblíopes no entanto este tipo de dispositivo, por si só, não resolve o problema da introdução de texto.

## 2.2 Acessórios e adaptações de hardware

Um diferente tipo de solução existente, que visa a melhoria da interação entre utilizadores com deficiências visuais e dispositivos móveis, surge sob a forma de acessórios ou adaptações a dispositivos móveis já existentes no mercado e desenvolvidos para normovisuais.

Um exemplo deste tipo de solução é o **BlindSight**[22]. Esta solução não foi concebida a pensar em pessoas com deficiências visuais, no entanto foi concebida para uma interação sem recorrer às capacidades visuais do utilizador o que coloca o utilizador normovisual no mesmo patamar de utilização que um utilizador com deficiências visuais.

Esta aplicação foi criada com a possibilidade de navegação nos menus e aplicações do telemóvel durante a realização de uma chamada sem a necessidade de visualizar o ecrã do dispositivo. Inicialmente a experiência foi realizada com um telemóvel comum sendo feita, posteriormente, uma adaptação de um dispositivo para permitir inverter o telemóvel replicando o microfone e altifalante na parte posterior do dispositivo, como se pode verificar na Figura 9.

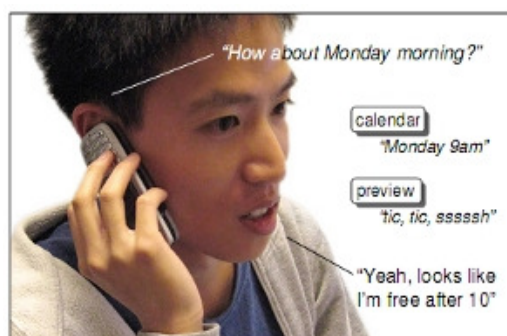


Figura 9 - Utilizador usando o BlindSight

Uma abordagem distinta é levada a cabo por **Sypole** [23], **3GM**[24] e **Braille SlateTalker** [25] Estas soluções recorrem a uma fina película plástica que é colocada sobre o ecrã de um PDA e



permite simular vários botões sobre o ecrã tátil. Esta película simula diferentes comportamentos consoante a abordagem em causa.

O **Sypole** utiliza a película no ecrã tátil (ver Figura 10) simulando um teclado que é aliado a um sintetizador de voz para fornecer o retorno necessário sobre as actividades desempenhadas pelo utilizador, auxiliando à navegação através dos menus de aplicações do dispositivo. O sintetizador de voz vai ajudando o utilizador a manter presente o estado do sistema do dispositivo e fornece retorno sobre o texto introduzido no caso das funcionalidades de edição de texto ou escrita de SMS.

Este dispositivo possui ainda uma câmara fotográfica que foi utilizada com o propósito de captar imagens para posterior reconhecimento de texto. No entanto devido a várias limitações da câmara respeitantes à captação de luz, fraca resolução, pouca estabilidade e deficiente capacidade de focagem, aliadas à ausência de percepção do acto de tirar uma fotografia por parte do utilizador, condicionam negativamente a utilidade desta funcionalidade.

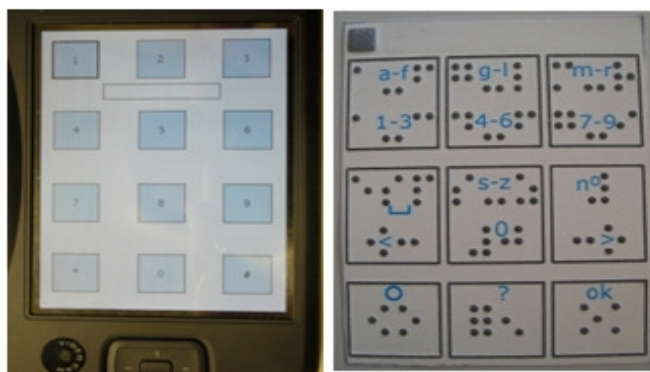


Figura 10 - Dispositivo usando o Sypole e película utilizada no 3GM

No caso do **3GM** a película sobre o ecrã tátil é utilizada para simular um conjunto de 9 teclas (ver Figura 10). Destas 9 teclas, 4 delas são para mapear o alfabeto ou os algarismos de forma quadripartida, as seguintes servem para navegação, introdução do carácter “espaço”, validar conteúdo e utilizar a ajuda. A navegação entre as letras ou algarismos de cada tecla é feita através de toques sucessivos nessa tecla percorrendo as letras aí mapeadas.

O **Braille SlateTalker** é em tudo semelhante ao Sypole e 3GM, difere no entanto relativamente ao alfabeto que é mapeado no seu teclado. O **Braille SlateTalker** mapeia no seu teclado caracteres Braille, permitindo assim a sua utilização por deficientes visuais com conhecimento de alfabeto Braille.

Outra solução que recorre ao uso de acessórios para PDAs é o **EdgeWrite** [26]. Esta solução adapta o ecrã tátil de um PDA acrescentando uma placa de acrílico com um quadrado no interior para permitir aceder facilmente aos seus cantos e assim desenhar formas geométricas

simples. As formas geométricas desenhadas são codificadas de forma a representar os caracteres do alfabeto, como mostra a Figura 11.

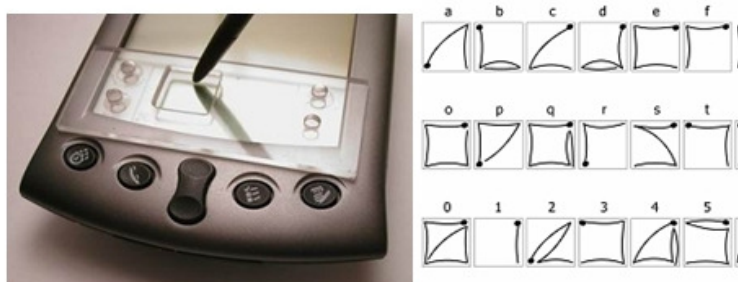


Figura 11–EdgeWrite com exemplo de codificação de alguns caracteres.

Esta solução foi concebida para conferir estabilidade e precisão na introdução de texto por parte de pessoas com deficiências motoras que possuíam dificuldades de coordenação de movimentos. Apesar de esta solução não ter sido pensada para pessoas com deficiências visuais pode, no entanto, ser facilmente adaptada uma vez que a placa de acrílico aplicada sobre o ecrã do PDA permite criar uma referência espacial que é muito importante na introdução de texto por parte das pessoas com deficiências visuais.

**McGookin et al.** [27] recorre a uma solução em tudo semelhante às faladas anteriormente, utilizando, no entanto, um molde de cartão que é sobreposto à superfície do ecrã tátil de um PDA para controlar a funcionalidade de leitor de música, como mostra a Figura 12. Esta técnica foi inspirada numa técnica já existente através da qual os deficientes visuais aprendem a ler a informação presente em gráficos [28].

Esta solução incide sobre o controlo de uma aplicação de leitura de música controlada através de um molde de cartão que forma botões sobre o ecrã tátil, dando a percepção ao utilizador que se trata de botões verdadeiros. Esta solução apenas explora as opções afectas à funcionalidade de tocar música e não explora outras funcionalidades.

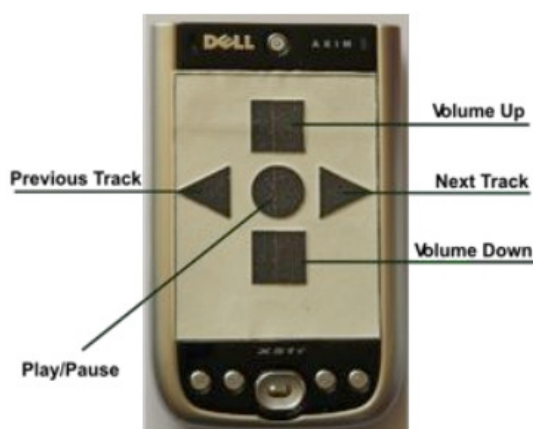


Figura 12 - Interface usada por McGookin et al.

## 2.3 Soluções baseadas em software

Por fim, existem as soluções que assentam em aplicações que correm nos respectivos dispositivos ou sistemas operativos modificados de forma a permitir diferentes formas de interacção com os dispositivos.

De uma forma genérica podemos classificar estas soluções como sendo soluções de software que poderão ser adaptadas a vários dispositivos diferentes desde que estes obedeçam aos requisitos mínimos necessários. Estas soluções foram assim agrupadas pois todas elas dispensam a inclusão de acessórios ou alterações ao hardware dos dispositivos, baseiam-se apenas em alterações ao nível da camada aplicacional.

A grande maioria destas soluções foca-se na resolução do problema de introdução de dados em dispositivos móveis. Este problema existe porque a introdução de dados em dispositivos móveis é altamente dependente de retorno visual, sendo a que a introdução de texto, nomeadamente em SMS, é um dos principais problemas a precisar de atenção [29].

Um tipo de solução que tem sofrido algumas evoluções nos últimos anos e vem sendo cada vez mais comum é o leitor de ecrã. Esta solução consiste num software que substitui o tradicional suporte visual do dispositivo móvel como meio de retorno. O seu funcionamento assenta na identificação do conteúdo que está no ecrã do dispositivo e lê-o, disponibilizando esse conteúdo sobre a forma de áudio, recorrendo a um sintetizador de voz, ou sobre a forma de retorno háptico, recorrendo a um ecrã de Braille no caso de o dispositivo possuir.

Dentro deste tipo de solução as mais comuns são o **Mobile Speak**[30], e o **Talks** [31]. Apesar de ser uma solução comum, os leitores de ecrã, não são sensíveis ao contexto da aplicação em que o utilizador se encontra e são também de uso muito limitado no que diz respeito a aplicações visualmente ricas [32]. Isto acontece porque o texto é substituído por elementos gráficos que a aplicação de síntese de voz não consegue interpretar e como tal não consegue fornecer essa informação ao utilizador. Esta situação torna a tarefa do utilizador bastante complicada levando-os muitas vezes a que se percam a noção do estado ou contexto em que se encontram.

Outro problema que surge da utilização desta solução está relacionado com o facto de o retorno ser fornecido em função do que é visualizado no ecrã, muitas vezes não é possível, ao utilizador, conseguir prever as consequências das suas acções antes de as levar cabo. Este facto leva a que se gerem muitos erros na realização das tarefas e desencorajam o utilizador a ter uma utilização mais frequente do dispositivo.

Ainda outro problema identificado [33] prende-se com a quantidade de informação lida ao utilizador, se esta for muito grande é bastante provável que este não consiga memorizar toda a informação lida, memorizando apenas a última informação que lhe foi apresentada (o chamado “efeito sufixo” descrito por Conrad em 1960 [34]). Para que o utilizador possa assimilar melhor

a informação que lhe vai sendo transmitida, esta deverá ser apresentada através de frases curtas sendo que a melhor solução seria dar ao utilizador controlo sobre a informação que lhe é lida podendo por exemplo, silenciar o sintetizador de voz, se assim o pretender, não sendo obrigado a aguardar que toda a informação lhe seja lida para poder prosseguir para a tarefa seguinte.

Nem tudo nos leitores de ecrã são aspectos negativos e o seu aparecimento possibilitou a realização de muitas tarefas por parte dos utilizadores com deficiências visuais, no entanto ainda estão longe de ser a solução ideal tendo um longo caminho de evolução a percorrer. Actualmente esta é a solução dominante a nível de penetração junto da população de deficientes visuais.

Com o objectivo de eliminar os problemas referidos, foi levada a cabo uma abordagem que consistiu no redesenho da interacção entre utilizador e dispositivo móvel, reduzindo a carga cognitiva associada à interacção existente e que ao mesmo tempo permitiu explorar e maximizar os canais de comunicação mais desenvolvidos nos utilizadores em questão. Desta abordagem surgiram três soluções: **NavTap** [35], **NavTouch**[36]e **BrailleTap** [35].

O **NavTap**consiste numa aplicação que fornece uma interface de introdução de escrita baseada em navegação pelas letras do alfabeto[37](verFigura 13). Este método visa reduzir a carga cognitiva inerente à memorização das posições das letras no teclado possibilitando ao utilizador a navegação até à letra pretendida. A navegação processa-se através de uma matriz que contém as letras do alfabeto dispostas sequencialmente tendo o início de cada linha uma vogal seguindo-se das restantes letras presentes no alfabeto até à próxima vogal.

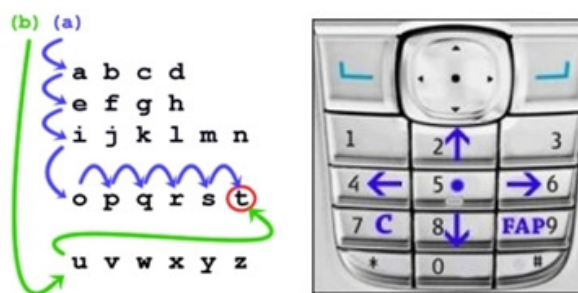


Figura 13 - Método de navegação pelo alfabeto usado no NavTap e NavTouch e cursor usado no NavTap.

A navegação nesta matriz é feita recorrendo a quatro teclas do teclado do dispositivo (2, 4, 6, 8) que estão dispostas de modo a formar um cursor em torno da tecla central (5), assinalando os quatro sentidos possíveis de navegação (ver Figura 13). Existe uma tecla reservada para a introdução de espaços no texto, outra para apagar o último carácter introduzido e uma última para ouvir as sugestões do módulo de Finalização Automática de Palavras.

A forma como está organizada a navegação pelas letras permite que os utilizadores mais experientes possam encontrar atalhos para as letras pretendidas melhorando a eficiência das tarefas que pretendem realizar, com o passar do tempo.

O **NavTouch** é também um sistema de introdução de texto em dispositivos móveis e tem um princípio de funcionamento em muito idêntico ao do **NavTap**. As principais diferenças entre o **NavTap** e **NavTouch** residem na forma como é feita a navegação pelo alfabeto de letras disponível para selecção. O **NavTouch** tira partido de um dispositivo móvel com um ecrã tátil dando ao utilizador a possibilidade de navegar numa matriz de caracteres igual à que é oferecida no **NavTap** mas desta vez fazendo-o através de gestos direccionais realizados no ecrã do dispositivo, como mostra a Figura 14.



Figura 14 - Gestos direccionais utilizados no NavTouch.

Os gestos realizados no ecrã tátil do dispositivo dão indicação, ao dispositivo, de quais as direcções que o cursor deve tomar ao navegar pela matriz de caracteres para aceder à letra pretendida do alfabeto. Após a realização de um gesto direccional, o navegador prossegue a sua navegação sequencial pelo alfabeto desde que o utilizador continue a pressionar o ecrã. O **NavTouch** também oferece a possibilidade de eliminar o último carácter introduzido e introduzir um espaço no texto. Uma vez que esta abordagem não recorre à utilização de teclas estas funcionalidades encontram-se mapeadas nos dois cantos inferiores do ecrã por serem dois pontos de referência e de fácil acesso.

Apesar das semelhanças com o **NavTap**, o **NavTouch**, não oferece a possibilidade de recorrer ao módulo de Finalização Automática de Palavras o que poderá eventualmente vir a ser uma desvantagem na utilização corrente de um dispositivo que possua este funcionamento. Este é um aspecto a melhorar.

Importatambém falar do **BrailleTap**, esta solução baseia-se no conhecimento partilhado por alguns dos deficiente visuais que é: o alfabeto Braille. Recorrendo ao uso do teclado de um dispositivo móvel comum foi mapeada uma matriz de seis células (2, 3, 5, 6, 8, e 9) que visa representar os seis pontos de um carácter Braille. Este mapeamento permite que ao premir uma determinada tecla se vão preenchendo ou esvaziando cada um dos pontos, para construir o carácter Braille pretendido (verFigura 15).

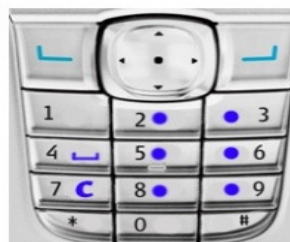


Figura 15 - Teclado do BrailleTap.

Inicialmente a matriz Braille encontra-se vazia sendo necessário carregar em cada uma das seis teclas para preencher o ponto de forma a construir o carácter pretendido. Após o preenchimento do carácter Braille, o utilizador usa uma outra tecla (4) que valida a introdução desse carácter e o sintetizador de fala do dispositivo móvel lê a letra que acabou de ser introduzida. Após a introdução de um carácter, a matriz de Braille é limpa para reiniciar a introdução de novo carácter.

De forma a eliminar o último carácter introduzido, o utilizador, deverá pressionar uma tecla (7) quando a matriz Braille estiver vazia. Esta tecla também permite ao utilizador limpar a matriz Braille durante a fase de preenchimento das células da matriz.

A desvantagem deste método em relação ao NavTap e NavTouch é a impossibilidade de realizar atalhos na introdução de letras. A eficiência deste método apenas pode melhorar em função da velocidade de introdução de letras.

Outra solução existente é o **LetterScroll** [38]. Esta abordagem consiste na utilização de “uma roda de rato” para fazer navegar um cursor através de uma lista sequencial de 26 caracteres (letras do alfabeto inglês) sendo posteriormente seleccionado o carácter pretendido através do botão de principal do rato. A introdução de espaços é feita através do botão secundário do rato.

À medida que o cursor vai navegando pela lista de caracteres o sintetizador de voz do dispositivo vai lendo o carácter actual e após selecção de um carácter o sintetizador de voz lê o carácter seleccionado novamente. Existem duas teclas reservadas para que o sintetizador leia os caracteres introduzidos um por um e outra para que os caracteres introduzidos sejam lidos sequencialmente formando uma frase.

Este estudo levou a cabo duas abordagens distintas sendo uma delas através da introdução de texto recorrendo exclusivamente à navegação através do rato e a outra recorrendo à utilização da navegação do rato em conjunto com o teclado para introdução de vogais. A segunda abordagem permite saltar a lista de caracteres para a vogal premida no teclado criando assim um atalho de fácil memorização e que permite melhorar a eficiência da utilização do sistema.

Esta abordagem tem grandes semelhanças com o NavTap e o NavTouch revelando-se, no entanto mais incompleta. Outro aspecto negativo desta solução é o facto de ter sido desenvolvida e testada num computador e não num dispositivo móvel. Os resultados apesar de satisfatórios foram obtidos recorrendo a uma população de teste constituída por utilizadores sem deficiências visuais que se encontravam vendados.

Existe também outra solução, o **Slide Rule**[39](ver Figura 16), que consiste numa aplicação que permite a interacção com um dispositivo móvel de ecrã táctil através de uma linguagem pré-definida de quatro gestos. Os quatro gestos estão pré-determinados: o deslizar de um dedo na vertical para percorrer listas, o toque com um segundo dedo que permite efectuar uma

selecção, o deslizar de um dedo na horizontal que permite passar à próxima página ou próxima música e o gesto em forma de “L” que permite navegar dentro de informação hierarquizada.

Todos estes gestos são reconhecidos pela aplicação em causa correspondendo com diferentes acções consoante a funcionalidade que estiver a ser executada no dispositivo. Esta aplicação permite interagir com as funcionalidades de chamadas telefónicas, correio electrónico e leitor de música. No entanto esta aplicação não aborda a questão da escrita e leitura de SMS.

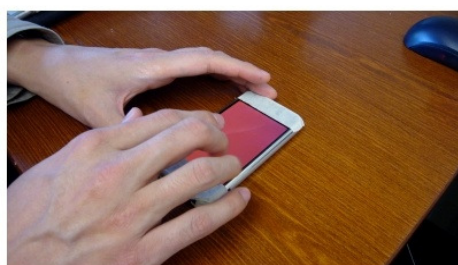


Figura 16 - Utilizador usando o SlideRule

Por último importa também referir uma outra solução já discutida na secção relativa a acessórios e adaptações a dispositivos, trata-se da solução apresentada por **McGookinetal**[27]. Esta solução tem duas vertentes, sendo a que aqui apresentada incide sobre uma solução em tudo semelhante ao **SlideRule**.

Esta solução consiste no controle de uma aplicação de tocador de música recorrendo a gestos para realizar as acções pretendidas. Tal como na outra vertente apresentada por **McGookinetal**, também esta solução tem como base um dispositivo móvel com ecrã táctil (ver Figura 17). Mais uma vez esta experiência apenas incide sobre a funcionalidade de tocar música e as suas opções, nada existe sobre outras funcionalidades.



Figura 17 - Gestos usados para controlar o leitor de música em McGookinetal.



## 2.4 Discussão

Após termos abordado as principais soluções relacionadas com dispositivos móveis para invisuais, foram discutidos alguns aspectos sobre as diferentes categorias, abordagens, aspectos positivos e negativos de cada solução. Tendo em conta as soluções descritas foi feita uma análise sobre cada uma delas, de acordo com algumas características-chave, que permitiram realizar uma comparação entre todas as soluções.

### 2.4.1 Peso

Foi analisado o peso de cada dispositivo e comparado com o peso dos dispositivos presentes actualmente no mercado concebidos para utilizadores normovisuais, para que se possa ter uma melhor percepção sobre as proporções de cada dispositivo.

No que diz respeito a Hardware desenvolvido à medida, agrupámos todos os dispositivos móveis semelhantes ao Brailino e avaliámo-los conjuntamente, pois partilham a grande maioria das suas características. Estes dispositivos possuem, em média, um peso que ronda os 900 gramas. Neste aspecto, o destaque vai para o Braille n' Speak que pesa cerca de 460 gramas e consegue destacar-se dos demais, sendo seguido pelo Brailino pesando cerca de 688 gramas e o Alva Mobile Phone Organizer cerca de 790 gramas. Todos os restantes dispositivos apresentam pesos a rondar 1 kg.

Estes números representam pesos duas a três vezes superiores aos dispositivos móveis para normovisuais, no caso do Braille n' Speak, subindo até cinco a seis vezes mais na maioria dos restantes casos. O Braille n' Speak apresenta números aceitáveis mas a maioria dos restantes dispositivos apresenta números elevados para um dispositivo que se pretende que seja móvel.

Ainda dentro dos dispositivos móveis desenvolvidos à medida existem mais três a avaliar: o Spice Mobile Phone, Touch Messenger da Samsung e o earPod. Em relação ao primeiro o peso apresentado é de cerca de 75 gramas, um valor dentro dos pesos dos dispositivos móveis para normovisuais, que é um aspecto bastante positivo neste dispositivo. Em relação aos outros dois dispositivos não nos foi possível obter um valor sobre o seu peso uma vez que ambos nunca passaram da fase de prototipagem. No entanto as suas características e a forma como são apresentados pelas imagens permite-nos especular que o seu peso deva ser inferior aos 460 gramas apresentados pelo Braille n' Speak, por exemplo.

No que diz respeito às soluções baseadas em software, estas beneficiam muito em relação ao peso uma vez que não contribuem para o seu aumento nos dispositivos onde são aplicadas. Esta é uma das características que abona a favor das soluções baseadas em software.

Relativamente às soluções que assentam em acessórios e adaptações de hardware analisadas neste documento, aquilo que acrescentam ao dispositivo original em termos de peso é de pouca relevância. Também neste caso, o peso revela-se um aspecto muito positivo.



## 2.4.2 Dimensões

Para permitir uma análise mais objectiva às dimensões, foi feita uma análise em função do volume de cada dispositivo para se poder ter uma comparação mais tangível. O volume de cada um dos dispositivos analisados foi posteriormente comparado com o volume normalmente apresentado pelos dispositivos desenvolvidos para normovisuais.

As considerações feitas em relação ao peso dos dispositivos quase que pode ser estendida à análise das suas dimensões. Agrupando novamente os dispositivos semelhantes ao Brailino, podemos constatar que o volume destes dispositivos é em média superior a 1500 cm<sup>3</sup>. Os valores apresentados pela maioria destes dispositivos ultrapassam o peso dos dispositivos para normovisuais em quantidades que vão de 7 a 28 vezes. Considerando que os dispositivos móveis para normovisuais costumam ter volumes inferiores a 120 cm<sup>3</sup>, facilmente constamos que a questão da dimensão é ainda mais preocupante nestes dispositivos que o peso.

Os restantes dispositivos desenvolvidos à medida têm dimensões mais reduzidas, fazendo com que o seu volume se aproxime muito mais do volume comum nos dispositivos móveis para normovisuais. O Spice Mobile Phone possui um volume que ronda os 70 cm<sup>3</sup> o que lhe confere um volume dentro dos padrões daquilo que é expectável para um telemóvel de hoje em dia. Esta característica é bastante favorável a esta solução.

Relativamente ao earPod e ao Samsung Touch Messenger, como nunca passaram a fase de prototipagem dificultam-nos a comparação com os restantes dispositivos. Socorrendo-nos das imagens disponibilizadas podemos especular que as dimensões destes dispositivos não terão valores preocupantes como os que dispositivos semelhantes ao Brailino apresentam.

Analisando as soluções desenvolvidas com base em software, constata-se que estão em vantagem no que diz respeito ao peso uma vez que não contribuem para o seu aumento. Esta característica é abonatória em favor deste tipo de solução.

Nas soluções desenvolvidas com base em acessórios e adaptações de hardware, verifica-se que pouco contribuem para alterações no peso dos dispositivos onde são aplicadas, o que é um ponto bastante favorável para tipo de soluções.

## 2.4.3 Preço

Tendo em conta o preço de cada uma das soluções analisadas podemos novamente agrupar os dispositivos móveis semelhantes ao Brailino e fazer uma análise comparativa dos seus preços com os restantes dispositivos. Os preços apresentados por estes dispositivos têm um valor médio de 2500€ sendo que o mais barato é o PAC Mate BNS a custar cerca de 750€ e o mais caro o Braille Sense Plus atingindo cerca de 3800€.

Mais uma vez fazendo a comparação para os dispositivos móveis concebidos para normovisuais podemos constatar que estes preços estão muito acima da média dos produtos

topo de gama presentes no mercado que rondam os 500€. Apesar de existirem dispositivos móveis no mercado com os valores mencionados, é possível obter outros dispositivos móveis com as mesmas funcionalidades por cerca de metade do preço. Muitos dos preços apresentados por estes dispositivos prendem-se com outras razões que não as da oferta ao nível de funcionalidades nem da qualidade das características apresentadas.

Se tomarmos então como preço de referência os 250€ podemos constatar que o PAC Mate BNS apresenta o triplo do preço e os restantes apresentam valores que diferem dos tradicionais dispositivos móveis até 15 vezes mais. Podemos constatar que o preço é mais um factor que conta a desfavor dos dispositivos móveis semelhantes ao Brailino.

O Spice Braille Phone apresenta um preço altamente competitivo situando-se em valores inferiores a 15€. O preço apresentado por este dispositivo será provavelmente a sua melhor característica. Já o earPod e o Samsung Touch Messenger não nos permitem fazer uma avaliação concreta do seu preço uma vez que nunca chegaram a fase de comercialização.

As soluções assentes em software apresentam-se como fortes concorrentes no que diz respeito a preços. Os custos de produção deste tipo de solução prendem-se essencialmente com desenvolvimento e manutenção das aplicações, apresentando apenas custos de licenciamento que tendem a ser normalmente reduzidos comparativamente com o custo de adquirir um dispositivo.

As soluções levadas a cabo através de acessórios ou adaptações de hardware são, nos casos avaliados, de baixo custo. Comparativamente a soluções como o Brailino serão certamente mais baratas perdendo, no entanto, para o Spice Braille Phone. Estas soluções comparativamente às de software terão a seu desfavor o facto de também elas necessitarem de software à medida para utilizar os seus acessórios ou adaptações desenvolvidas. Isto leva a concluir que terão custos semelhantes aos do software mas com tendência a serem superiores.

## **2.4.4 Funcionalidades**

Mais importante do que analisar a quantidade de funcionalidades disponibilizadas em cada uma das soluções será mais importante analisar a relevância das mesmas. As funcionalidades mais relevantes num dispositivo móvel são a capacidade de receber e realizar chamadas telefónicas e receber, escrever e enviar SMS. Existem uma vasta gama de outras funcionalidades que podemos também considerar importantes mas que na ausência das duas referidas anteriormente, deixam de fazer grande sentido.

As chamadas telefónicas sempre foram a via de comunicação preferencial nos dispositivos móveis mas o aparecimento das SMS tem afastado para segundo plano esse tipo de comunicação. As SMS têm assumido, nos últimos anos, o papel principal no que diz respeito às comunicações móveis. Segundo a ANACOM, o número médio de SMS de um assinante de

serviço telefónico móvel, é três vezes superior ao número de chamadas telefónicas realizadas. Neste contexto, importa então distinguir quais as soluções que as possibilitam.

As soluções semelhantes ao Brailino possibilitam usufruir do serviço de chamadas telefónicas nem SMS. Para usufruir destas funcionalidades, é necessário recorrer a acessórios e/ou a um dispositivo móvel que detenha essas capacidades para poder interagir com o dispositivo em questão. A única excepção nos dispositivos deste género é o ALVA Mobile Phone Organizer que permite usufruir de ambas as funcionalidades acima referidas. Esta distinção faz com que o referido dispositivo possa ter uma grande mais-valia sobre a sua concorrência directa.

Dos restantes dispositivos desenvolvidos à medida, o earPod não permite usufruir de nenhum dos serviços referidos e a forma como a sua interface está concebida seria praticamente impossível de incluir ambas as funcionalidades nesse protótipo. Já o Touch Messenger e o Spice Braille Phone possibilitam tirar partido dessas funcionalidades, no entanto o facto de nenhum deles permitir a utilização de ambas as funcionalidades, ou qualquer outra, torna-os extremamente redutores.

Nas soluções que recorrem a software, acessórios ou adaptações de hardware, apesar de alguns dos protótipos apresentados poderem não disponibilizar alguma das funcionalidades referidas, podem no entanto ser facilmente acrescentadas uma vez que se tratam de funcionalidades inerentes aos dispositivos. A única solução que não permite recorrer ao uso destas funcionalidades é o LetterScroll por ter sido desenvolvido e testado num computador.

### **2.4.5 Exigência Cognitiva**

Relativamente à exigência cognitiva de solução analisada, muitas delas têm por base o conhecimento do alfabeto Braille. Apesar de o Braille ter sido concebido para utilização por deficientes visuais, uma grande percentagem desta população desconhece o alfabeto. Outra questão importante é o facto de ela ser maior nos utilizadores que se tornam deficientes visuais já numa fase avançada das suas vidas e/ou aqueles utilizadores que não possuem uma grande experiência na utilização de dispositivos móveis.

Nestas situações é ainda mais importante que a exigência cognitiva seja mais reduzida de forma a proporcionar uma rápida aprendizagem que possibilite facilmente atingir um patamar mínimo para utilização da solução desenvolvida. Será também importante privilegiar soluções que possibilitem que utilizadores novíços possam evoluir na sua aprendizagem.

Neste cenário, as soluções que recorrem ao uso de Braille podem ter muitos aspectos positivos e até satisfazer as necessidades de uma parte da população com deficiências visuais, no entanto o facto de apenas disponibilizarem essa linguagem torna-as redutoras, servindo apenas uma parte da população em causa. Nesta perspectiva todas as soluções de hardware desenvolvidas à medida, à excepção do earPod, encaixam neste perfil uma vez que não fornecem alternativas na forma de comunicação entre utilizador e dispositivo.

Nas soluções desenvolvidas com base em software, bem como nos acessórios e adaptações de hardware, todas as soluções que apenas apresentam o Braille como sendo a sua única linguagem de comunicação padecem do problema referido anteriormente.

## 2.4.6 Resumo

Tendo em conta os aspectos analisados foram criadas três categorias para poder resumir tudo o que foi discutido neste documento:

- Portabilidade – Nesta categoria analisa-se o peso e dimensões dos dispositivos móveis de cada solução, para apurar se são realmente dispositivos móveis ou apenas dispositivos passíveis de ser transportados com mobilidade reduzida ou condicionada. A classificação varia entre 1 (menos portátil) para 5 (mais portátil).
- Acessibilidade – Nesta categoria analisa-se o preço dos dispositivos móveis de cada solução e a exigência cognitiva que cada solução abarca para tentar compreender se o acesso ao dispositivo implica esforço financeiro e cognitivo. A escala varia entre 1 (menos acessível) e 5 (mais acessível).
- Funcionalidades – Por último analisámos as funcionalidades oferecidas por cada solução tendo o acesso às chamadas telefónicas e SMS um peso extra. A classificação varia também entre 1 (menos funcionalidades) e 5 (mais funcionalidades).

A Tabela 3 exibe um resumo das avaliações sobre as soluções analisadas, tendo sido classificadas de acordo com as categorias anteriormente definidas.

Solução	Portabilidade	Acessibilidade	Funcionalidades
	Peso + Dimensões	Preço + Exigência Cognitiva	
Alva Mobile Phone Organizer	**	*	*****
Braille Lite	**	*	***
Braille n' Speak	***	**	***
Braille Note	*	*	***
Braille Sense Plus	**	*	***
Braillino	***	*	***
earPod	*****	*****	**
EL Braille Assistant (ELba)	*	*	***
PAC Mate BNS	**	***	***
Spice Braille Phone	*****	*****	**
Touch Messenger	*****	*****	**
BlindSight	*****	***	*
3GM	*****	*****	*****
Braille Slate Talker	*****	***	**
EdgeWrite	*****	***	***
McGookin et al. (acessório)	*****	*****	**
Sypole	*****	*****	***
BrailleTap	*****	*****	*****
Leitores de ecrã	*****	***	***
LetterScroll	*****	*****	***
McGookin et al. (software)	*****	*****	***
NavTap	*****	*****	*****
NavTouch	*****	*****	*****
Slide Rule	*****	*****	***

Tabela 3 - Quadro de Resumo das características de todas as soluções presentes no documento

### 3. Os Leitores de Ecrã em Telemóveis

---

Os leitores de ecrã são actualmente a solução mais popular e mais apreciada pela comunidade de cegos e amblíopes. Este tipo de solução conseguiu ser um enorme contributo para a melhoria da interacção entre invisuais e os respectivos telemóveis, tornando-os utilizadores mais independentes e permitindo-lhes realizar tarefas que antes eram impossíveis de realizar.

No entanto apesar do contributo muito positivo deste tipo de solução, esta ainda possui muitos aspectos passíveis de serem melhorados. Esta solução apresenta problemas inerentes ao facto de ter de converter informação visual em informação sonora dadas as particularidades de cada um destes tipos de informação. A conversão directa entre estes dois tipos de informação faz com que se perca informação relevante que só pode ser obtida, por exemplo, através da utilização de cores ou da disposição espacial. Esta informação perdida é de extrema importância para o utilizador para auxiliá-lo na compreensão do contexto, hierarquia de informação, estado, etc.

Foi com base nas limitações referidas que encontrámos espaço para realizar o nosso estudo e onde pretendemos dar o nosso contributo no sentido de resolver algumas destas questões ainda em aberto. Esta foi a principal razão do nosso trabalho e que nos levou a querer estudar o processo actual de interacção entre este tipo de utilizadores e os seus telemóveis, perceber o seu funcionamento, compreender as suas limitações e perceber onde existe espaço para melhorias.

De forma a alcançarmos os objectivos do nosso estudo separámos esta fase exploratória do nosso trabalho em três etapas distintas que visaram obter diferentes perspectivas que se pudessem complementar entre si de modo a fornecer-nos uma análise alargada ao funcionamento dos leitores de ecrã, quais as suas principais características, vantagens e desvantagens.

Por forma a conseguir obter as referidas perspectivas distintas mas complementares, sobre os leitores de ecrã, realizámos diferentes abordagens de estudo, tendo tido cada uma delas diferentes interlocutores e métodos de realização.

Numa primeira etapa, foi feita uma análise descritiva aos leitores de ecrã onde foi abordado o seu funcionamento tendo sido ilustrado com casos práticos de forma ter um conhecimento mais aprofundado do sistema em causa.

Posteriormente foi feita uma fase de estudo com utilizadores onde foram analisados os seus comportamentos para com os telemóveis, a sua utilização diária, as suas principais dificuldades e por fim uma observação de tarefas complementar para validar toda a informação recolhida.

Por fim foi feita uma análise crítica ao funcionamento dos leitores de ecrã, através de uma avaliação ao TALKS, levada a cabo por peritos em usabilidade. Esta avaliação foi feita recorrendo a uma avaliação heurística tendo por base as heurísticas de usabilidade de Nielsen.

No final destes estudos pretendíamos conhecer:

- O funcionamento de um leitor de ecrã.
- Os problemas de usabilidade e funcionamento detectados em leitores de ecrã.
- As principais diferenças na informação transmitida visualmente e a informação transmitida por retorno auditivo.
- As tarefas realizadas por cegos e amblíopes nos seus telemóveis.
- A eficácia e eficiência com que os utilizadores invisuais realizam as suas tarefas nos seus telemóveis.
- As funcionalidades utilizadas por utilizadores cegos e amblíopes no seu dia-a-dia.
- As principais dificuldades sentidas pelos utilizadores na utilização do telemóvel.
- As limitações e aspectos que os utilizadores gostariam de ver melhorados na interacção com os seus dispositivos.

### **3.1 Visão geral sobre um leitor de ecrã típico**

Um leitor de ecrã é uma aplicação que corre sobre o sistema operativo de um telemóvel e que transforma em retorno auditivo aquilo que é disponibilizado de forma gráfica no ecrã de um telemóvel.

Tal como o termo indica, este tipo de aplicação limita-se a ler a informação disponibilizada no ecrã e reproduzi-la, de forma directa, através de retorno auditivo. Não existe qualquer interpretação do tipo de conteúdo disponibilizado no ecrã sendo a informação transformada de um canal para outro sem qualquer tipo de preocupação na adaptação da informação à realidade do novo canal através do qual vai ser transmitida.

O retorno auditivo desta aplicação é feito através de um sintetizador de fala cuja função é reproduzir fala humana de forma artificial. O sintetizador de fala é também muitas vezes referenciado pela sua designação em Inglês: TTS (Text-to-Speech), numa clara referência à capacidade desta aplicação converter texto em fala.

O leitor de ecrã tem a grande vantagem de possibilitar a um utilizador invisual obter retorno adicional de um dispositivo móvel para além do retorno auditivo que vem, por omissão, com o sistema operativo do telemóvel e que é manifestamente insuficiente para as suas necessidades especiais.

O retorno auditivo adicional permite, ao utilizador cego, realizar uma série de tarefas que anteriormente era extremamente difícil ou praticamente impossível de realizar. Neste sentido,

esta solução, é considerada como um grande contributo pela grande maioria destes utilizadores.

No entanto apesar deste tipo de solução possibilitar o aumento do número de tarefas e interações entre utilizadores cegos e os seus dispositivos móveis, não é suficiente para permitir uma total interacção eficiente e eficaz entre utilizador e dispositivo e que permita tirar partido de todas ou da maior das funcionalidades disponíveis nos telemóveis actuais.

Actualmente a usabilidade dos telemóveis ainda continua a deixar bastante a desejar[40]. Se a este problema adicionarmos uma aplicação, também ela, com maus critérios de usabilidade temos uma combinação perfeita para possibilitar uma desagradável experiência de utilização a qualquer utilizador que use um dispositivo nestas condições.

De forma a obter uma melhor compreensão sobre o funcionamento do leitor de ecrã, descrevemos, em seguida, a realização de duas tarefas que são tipicamente realizadas por qualquer utilizador de telemóveis no seu dia-a-dia. Estas tarefas foram realizadas num telemóvel com TALKS<sup>5</sup>, o leitor de ecrã mais comum no mercado e o único a ser utilizado por todos os participantes no nosso grupo de estudo.

As tarefas serão descritas recorrendo a imagens ilustrativas que mostram os vários ecrãs, que foram visualizados no decorrer da realização de cada tarefa, bem como um texto que reproduz o retorno auditivo que nos foi fornecido na realização de cada uma delas. Cada citação representa uma mensagem lida de uma só vez sem quaisquer paragens pelo meio. Para representar duas mensagens lidas com um intervalo de paragem pelo meio serão representadas como duas citações distintas.

As citações serão feitas de forma a tentar mostrar a representação fonética apresentada pelo TALKS. Sempre que a representação do leitor de ecrã possa ser dúbia ou imperceptível irá ser exibida entre parêntesis a informação que um determinado fonema pretende transmitir. Por exemplo “éme ésse gê (msg)” representaria a descrição fonética da expressão “msg”.

## Ligar o telemóvel

Esta tarefa corresponde ao percurso que a maior parte dos utilizadores de telemóvel realiza diariamente ao ligar o seu dispositivo. Após ligarmos o telemóvel deparamo-nos com o ecrã que solicita a introdução do PIN ou código de segurança para nos dar acesso ao telemóvel. Os ecrãs da Figura 18 representam introdução do respectivo código PIN de 4 dígitos.

---

<sup>5</sup>TALKS: <http://www.nuance.com/talks/>



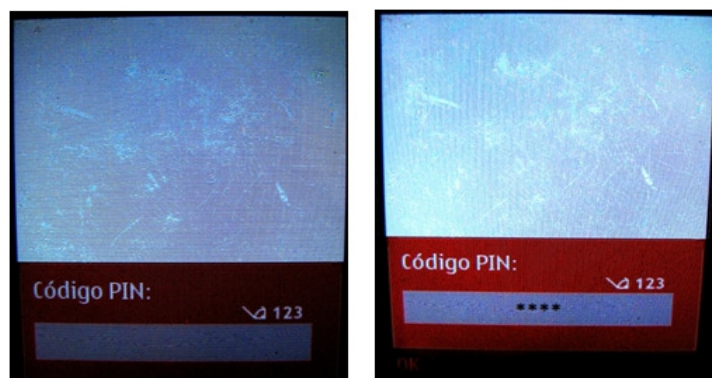


Figura 18 - Ecrã Inicial antes e depois da introdução do código PIN

Em termos de retorno auditivo obtemos várias mensagens distintas. Quando ligamos o telemóvel e chegamos ao ecrã inicial é-nos devolvida a mensagem auditiva “Código PIN dois pontos texto”.

A palavra texto significa que estamos na presença de um formulário que permite a introdução de conteúdo. Esta indicação é transversal a todo o leitor de ecrã e iremos encontrá-la em todos os formulários do TALKS onde seja possível introduzir conteúdo.

Este é um dos exemplos onde o leitor de ecrã se refere à introdução de texto quando na realidade estamos a introduzir números tal como a Figura 18 indica através do “123” agregado ao ícone de um lápis. Este é um exemplo onde existe perda de contexto e a informação transmitida visualmente é diferente da informação transmitida pelo retorno auditivo.

A palavra texto só tem significado para quem já conhece o funcionamento do leitor de ecrã caso contrário dificilmente descortinaria o seu significado. Ao invés da mensagem “texto” poderia indicar “formulário de introdução de texto”, “campo de introdução de texto” ou simplesmente “introduzir texto”. Estas instruções seriam perceptíveis para qualquer utilizador, tanto novíço como experiente e respeitava uma dos princípios básicos de usabilidade onde o utilizador deve ser capaz de reconhecer o significado de determinada acção em vez de ver-se obrigado a lembrar-se de qual o seu significado.

Prosseguindo com a introdução dos dígitos do código PIN, o ecrã, vai-nos informando do estado do sistema, assinalando a introdução de um novo dígito através do aparecimento de um novo asterisco. O TALKS tenta replicar este comportamento mas na introdução do primeiro carácter devolve-nos a mensagem “texto asterisco” para posteriormente apenas nos dizer “asterisco” por cada novo dígito.

Após a introdução do código PIN completo, é altura de validar o respectivo código. Para este efeito surge-nos uma indicação de “OK” no ecrã, a partir do momento que começamos a introduzir dígitos no respectivo formulário. Esta indicação surge no canto inferior esquerdo, tal como ilustra a Figura 18, o que normalmente indica ser uma acção associada à tecla do canto superior esquerdo do nosso teclado.



Esta associação é feita através de uma metáfora presente ao longo de toda a interacção com o dispositivo, onde as indicações dadas nos cantos inferiores do telemóvel correspondem a acções despoletadas pelas teclas mais próximas delas, neste caso nos cantos superiores do teclado.

Apesar da referida indicação no ecrã a mesma não é feita no retorno auditivo. O leitor de ecrã apenas nos vai informando da actualização do estado do formulário através da indicação dos “asteriscos” mas não nos informa da alteração, no estado do sistema, que nos possibilita realizar mais uma acção, neste caso a acção de validação do código para podermos passar ao ecrã seguinte. No entanto, apesar do TALKS não nos informar da presença da respectiva acção, informa-nos da sua realização depois de carregarmos na respectiva tecla. Neste caso o leitor de ecrã transmite-nos a mensagem “ok”.

De seguida, após termos carregarmos na tecla apropriada, é-nos apresentado um novo ecrã onde nos indica que o código que acabámos de introduzir é válido e foi aceite.



**Figura 19 - Ecrã exibido após validação com sucesso do código PIN**

A informação, apresentada no ecrã, é-nos igualmente transmitida pelo sintetizador de fala do leitor de ecrã através da mensagem “código aceite”. O utilizador fica assim informado que o código foi aceite e que o sistema deverá avançar para o próximo ecrã.

A etapa final, desta tarefa, dá-se com a alteração do ecrã de modo a exibir o ecrã principal do telemóvel. Neste ecrã dispomos de bastante informação como podemos confirmar através da Figura 20. Este ecrã permite-nos verificar a força do sinal de rede do nosso operador, consultar as horas através do relógio analógico, verificar o estado da carga da bateria do dispositivo, consultar a informação referente ao operador de rede móvel, consultar a data actual, e ainda verificar as acções disponíveis para realizar no ecrã principal através das teclas de opção presentes junto ao ecrã, seguindo a tal lógica já referida da metáfora da proximidade.

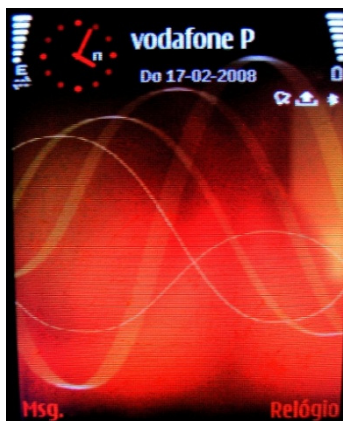


Figura 20 - Ecrã principal

Como se pode constatar, através da Figura 20, a informação presente no ecrã principal é de uma natureza mais variada. Conseguimos fazer a distinção dos diferentes tipos de informação através da diferente disposição espacial de cada tipo de informação, devido à utilização de ícones como no caso do sinal de rede e carga da bateria, através de metáforas como no caso do relógio analógico, através dos diferentes tamanhos de fonte como nos dados relativos ao operador e à data ou ainda recorrendo a diferentes cores de fonte como no caso das acções a disponibilizar através das teclas de opção.

No entanto existe uma enorme disparidade entre a informação que conseguimos obter com recurso à visualização do ecrã em causa e aquilo que o TALKS nos transmite por intermédio do seu sintetizador de voz. Para este ecrã, o TALKS, transmite-nos a seguinte mensagem:

“Vodafone pê (P) dô (Do) dezassete de fevereiro de dois mil e oito um éme ésse gê(msg) dois relógio”.

Se tivermos em conta que um utilizador cego apenas tem acesso a esta informação, se fizermos o exercício de esquecer o significado desta informação, que nos foi previamente transmitido, decifrar esta mensagem será algo que certamente baralhará o mais esclarecido dos utilizadores.

Além de esta informação não ser de fácil compreensão, podemos constatar que muita da informação presente no ecrã não se encontra descrita na mensagem transmitida pelo TALKS. Esse facto não é necessariamente mau uma vez que a transmissão de toda a informação presente no ecrã, por meio de retorno auditivo, seria certamente um pesadelo.

Neste exemplo o leitor de ecrã mistura vários tipos de informação e trata tudo por igual. Não existe qualquer hierarquia entre os diferentes tipos de informação e mistura aquilo que é essencial com o que é acessório. Para qualquer utilizador bastar-lhe-ia saber que se encontrava no ecrã principal e qual as acções que poderia realizar a partir deste ponto. Algo como “Ecrã principal”, seguido de uma pausa, e posteriormente indicar as opções a realizar seria algo bastante razoável e provavelmente muito mais útil.

Neste ecrã surgem a indicação de dois atalhos de forma a ir directamente para as funcionalidades de criação de nova mensagem e funcionalidades associadas ao relógio. Em relação a este aspecto importa destacar a presença de uma abreviatura que é lida exactamente da forma como está transcrita o que faz com que não sejam de fácil associação.

Não parece ser óbvio que a informação “éme ésse gê(msg)” indique o significado da sua verdadeira função. Algo como “Criação mensagem”, “Escrita de mensagem” ou “Nova mensagem” seria muito mais representativo do seu real conteúdo e muito menos propenso a causar erros como a indicação fornecida.

Esta questão das abreviaturas é algo que se estende a todo o funcionamento do leitor de ecrã. Ainda neste ecrã, verificamos que o “pê (P)” contido na mensagem, indica tratar-se de um operador móvel de Portugal ou que o “dô”, da mensagem, refere-se a uma abreviatura para a palavra domingo presente na data actual. Esta situação é algo que pode dificultar bastante a experiência de utilização do dispositivo, por parte de qualquer utilizador invisual.

As abreviaturas são algo que fazem parte da comunicação escrita e podem ser úteis pois permitem poupar espaço. Para que uma abreviatura resulte bem terá de ser algo de amplamente comum para que seja de fácil intuição ou então estar devidamente associada a um contexto que permita que o leitor rapidamente interprete o seu significado. No caso do telemóvel na maior parte dos casos as abreviaturas estão associadas a um ícone visual que ajuda a enriquecer o contexto e torná-las de mais fácil interpretação.

No entanto as abreviaturas não existem na comunicação verbal. Além disso, toda a informação gráfica que possa complementar uma abreviatura não é transformada e transmitida sob a forma de ícone auditivo portanto a utilização de abreviaturas parece-nos ser uma má opção.

Além das abreviaturas, importa também evidenciar a ausência de separação entre os diversos tipos de informação transmitida através da mensagem do leitor de ecrã. A citação, tal como referido no início, retrata uma mensagem única, lida de uma só vez como se de uma única frase se tratasse. Ao limitar-se a ler o conteúdo do ecrã, o TALKS, limita-se a transmitir informação ignorando toda e qualquer hierarquia e diferente natureza que está representada no espaço bidimensional do ecrã.

Esta é uma situação recorrente que se repete ao longo de todo o dispositivo. É comum a informação relevante competir directamente com informação secundária. É também normal o leitor de ecrã misturar informações sobre o estado com acções possíveis de realizar em cada momento.

## Ler uma mensagem

Esta tarefa corresponde à leitura de uma mensagem guardada na caixa de mensagens do telemóvel. É uma tarefa realizada de forma recorrente pela maior parte dos utilizadores destes

dispositivos. Além de comum, esta tarefa também permite ter uma visão mais aprofundada sobre a navegação e alguns dos aspectos mais peculiares do comportamento do leitor de ecrã.

Partindo do ecrã inicial rapidamente chegamos ao menu principal recorrendo para isso a uma tecla destinada a esse efeito. A utilização desta tecla apenas nos poderá surgir através de experimentação ou experiência pois não está indicada em nenhum local do ecrã inicial e não é de fácil associação olhando para o local onde se encontra disposta no teclado e para o ícone que a representa. A usabilidade está mais uma vez posta em causa tanto para normovisuais como para utilizadores cegos que recorram ao leitor de ecrã. Neste caso o TALKS tem a sua quota-parte de responsabilidade mas o fabricante de telemóveis também não contribuiu positivamente neste aspecto.

Uma vez chegados ao menu principal dispomos de uma lista de opções à escolha. Esta lista abarca quinze hipóteses de escolha e representa o primeiro nível de selecção hierárquica existente no telemóvel. Navegando para baixo ou para cima, com recurso ao *joystick* do telemóvel, rapidamente conseguimos chegar ao menu de Mensagens, aquele nos interessa para a concretização desta tarefa.

Neste caso a opção de menu onde se encontra a funcionalidade que pretendemos é facilmente identificável, pois pretendemos ler uma mensagem e parece-nos óbvio que deva estar arrumada dentro da secção de “Mensagens”. No entanto nem sempre é assim ...



Figura 21 - Menu principal com a opção Jogos seleccionada

Ao chegarmos ao ecrã do Menu principal, o TALKS, transmite-nos a seguinte mensagem:

“Menu Menu Pasta Jogos um de quinze um Opções dois Sair”

Nesta mensagem é-nos identificado o menu por duas vezes. Isto resulta do facto de termos carregado na tecla menu para aqui chegar. Ao carregarmos na tecla menu, o leitor de ecrã, informa-nos de qual a funcionalidade desta tecla dizendo-nos “menu”. A segunda palavra, por seu turno, já é correspondente ao estado do sistema. Esta palavra indica que nos encontramos dentro do Menu. Esta sucessão de termos iguais para designar situações diferentes pode ser confusa para utilizadores pouco experientes. A introdução de uma pequena pausa entre ambas as mensagens já seria suficiente para distinguir os termos e esclarecer melhor os utilizadores.

Ainda dentro da mesma mensagem de retorno somos informados de mais dados relativos à actualização do estado do sistema. Para isso, o leitor de ecrã, transmite-nos a informação “Pasta Jogos” indicando que é a opção que se encontra seleccionada de momento. Em seguida, o sistema, complementa a informação anterior informando “um de quinze” indicando tratar-se da primeira opção de uma lista de quinze opções.

Sem realizar nenhuma pausa perceptível para o utilizador, somos prontamente informados de quais as acções que estão disponíveis neste ecrã e associadas aos cantos inferiores do ecrã.

Esta é uma das falhas graves encontradas no funcionamento do TALKS. Esta situação repete-se ao longo de todo o sistema onde a informação sobre o estado actual do sistema é constantemente concatenada com a informação sobre as acções disponíveis para realizar num determinado ecrã. Bastaria uma pausa um pouco mais prolongada para permitir, ao utilizador, fazer a distinção dos diferentes tipos de informação. Ao proceder desta forma o TALKS, uma vez mais, ignora a existência de qualquer hierarquia entre informação.

Além do problema da concatenação de informação, o leitor de ecrã, apresenta uma novidade relativamente às acções dispostas nos cantos inferiores do ecrã: a existência de uma numeração. Neste ecrã, surge pela primeira vez, a associação do número um à opção do lado esquerdo e associação do número dois à opção do lado direito. Foi comum, durante as várias análises feitas ao sistema, encontrar utilizadores a carregar na tecla um ou dois do teclado alfanumérico do telemóvel em busca de realizar a acção apresentada em cada canto inferior do ecrã do dispositivo.

Ainda dentro do mesmo menu, para navegar pela lista de opções em busca da opção pretendida, poderemos fazê-lo recorrendo para isso ao cursor ou *joystick* do telemóvel. Ao navegarmos no sentido descendente passamos à segunda opção onde nos é devolvida a mensagem “Ir para”. Neste momento, o TALKS, deixa de fornecer qualquer informação ao utilizador sobre qual o índice da opção que está seleccionada no presente menu bem como quais as acções possíveis de realizar nela e que estão indicadas nos cantos inferiores do ecrã.

A ausência de indicação de índice poderá ser considerada pouco relevante quando mudamos da primeira para a segunda opção ou da segunda para terceira mas quando temos uma lista relativamente grande de opções e pretendemos encontrar uma determinada funcionalidade que não sabemos exactamente onde se encontra esta questão poderá ser bem problemática. Nesses casos, poderemos ir navegando pela lista de opções do menu e voltar ao início sem nos apercebermos desse facto. Nesse aspecto o índice da opção na lista é bastante importante e de grande utilidade.

Prosseguindo com a navegação, no sentido descendente, passaremos pelas opções “Galeria” e “Câmara” para finalmente chegarmos à pretendida opção de “Mensagens”.

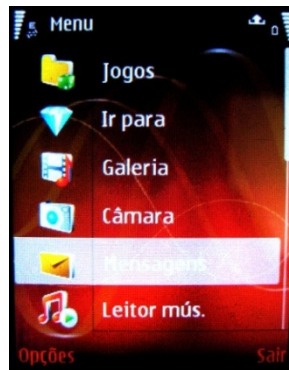


Figura 22 - Menu principal com a opção Mensagens seleccionada

Ao seleccionarmos a opção pretendida, ouvimos a mensagem “Seleccionar” indicando quala opção que acabámos de seleccionar. Em seguida, após entrarmos dentro do menu pretendido, desta vez realizando uma pausa de permeio correctamente introduzida, ouvimos a mensagem “Mensagens nova éme ésse gê (msg) um de nove um Opções dois Sair”.

Os problemas anteriormente detectados voltam uma vez mais a reaparecer. Dos problemas encontrados anteriormente, revisitamos a leitura de abreviaturas neste caso lendo “nova msg” como “nova éme ésse gê” onde deveria ser lido “nova mensagem” e voltamos a ter a informação sobre o estado do sistema concatenada com a informação relativa às acções possíveis de ser realizadas no ecrã actual bem como a referência à tecla um e dois que induz muito utilizadores em erro.

Fazendo novamente uso do *joystick*, podemos navegar pelas opções do menu de mensagens até chegar à opção Caixa de Entrada onde temos as nossas mensagens recebidas e onde pretendemos procurar uma determinada mensagem. Ao navegarmos dentro deste menu, o TALKS, faz-nos ir ao encontro de alguns problemas já anteriormente encontrados. O leitor de ecrã transmite-nos a informação “cê xiz (cx) de entrada” referindo-se à “caixa de entrada”. Uma vez mais voltamos a perder o índice da opção, da lista de opções de menu, que está seleccionada bem como deixamos de ter indicação de quais as acções possíveis de realizar neste ecrã e que estão associadas aos cantos inferiores do ecrã.



Figura 23 - Menu de Mensagens com a opção Caixa de Entrada seleccionada

Uma vez encontrada a opção que nos interessa é altura de seleccioná-la. Após a selecção o TALKS indica-nos esse facto através da mensagem:

“cê xiz(cx) de entrada página um de oitoésse éme ésse (sms) goncalves joão ola joão tudo bem comigo reticências vinte e sete zero noveum de sete um opções dois para trás”.

Nesta fase começamos a detectar um padrão, no que toca a erros, devido à repetição de vários erros que já tinham sido encontrados anteriormente. Com alguma facilidade apercebemo-nos que isto são questões de fundo e que são transversais a todo o sistema.

Desta vez voltámos a detectar falhas como o uso de abreviaturas e a mistura de diferentes tipos de informação como o autor da mensagem, o seu conteúdo e respectiva data de recepção, com o índice da mensagem na lista de mensagens recebidas e acções possíveis de realizar.

Nesta fase detectámos o aparecimento de um novo tipo de informação relativo à navegação que nos indica estarmos perante uma primeira página de oito possíveis. Esta informação indica-nos que nos é permitido navegar horizontalmente entre as pastas presentes no menu de mensagens. Este tipo de informação é transmitido através dos ícones presentes no topo do ecrã que nos indicam estarmos presente numa pasta mas que podemos navegar para a direita indo para outras pastas. Esta informação é transmitida através de uma seta que aponta para a direita e por um conjunto ícones que aparentam não estar seleccionados transmitindo a ideia de que será possível seleccioná-los.



**Figura 24 - Caixa de Entrada com a primeira mensagem seleccionada**

A informação que nos é transmitida visualmente através do ecrã não nos chega por retorno auditivo. Um utilizador que apenas se baseie na informação fornecida pelo TALKS, dificilmente, irá compreender o significado das páginas o que poderá induzi-lo em erro levando-o a confundir o índice de páginas com o índice de mensagens. Uma vez mais se navegarmos entre mensagens, perdemos a referência ao índice da mensagem tal como às acções disponíveis para realizar no ecrã actual.

Seleccionando a primeira mensagem para ler o seu conteúdo, obtemos uma mensagem de retorno auditivo, “seleccionar”, informando-nos que seleccionámos aquela mensagem e de



seguida entramos no conteúdo da mensagem. Neste ecrã é-nos lido tudo de uma única vez da seguinte forma:

“éme ésse gê(msg) curta página um barra sete de goncalves joão ola joão tudo bem comigo e tu como estás ponto de interrogação tomar café hoje à tarde parece-me boa ideia a que sítio queres ir e a que horas queres combinar ponto de interrogação um opções dois para trás”

As três linhas que transcrevem esta mensagem poderão não ser suficientes para conseguir transmitir a confusão que se gera na cabeça do utilizador que tente perceber o significado e o conteúdo desta mensagem. O TALKS, simplesmente lê toda a informação disponível no ecrã numa única vez, misturando o índice da mensagem, com o seu autor, com o conteúdo e com as acções disponíveis para realizar. Para ainda agravar um pouco mais a situação, o leitor de ecrã, lê os pontos de interrogação e exclamação o que pode dificultar muito a compreensão do conteúdo de uma mensagem.

É bastante comumencontrar utilizadores que fiquem com uma noção do conteúdo de uma mensagem mas raros são os que têm a capacidade de conseguir reproduzir oralmente uma mensagem que tenham acabado de ouvir. Normalmente o utilizadores ficam com uma noção daquilo que foi transmitido no conteúdo da mensagem mas não a conseguem compreender com exactidão. Esta é uma situação em que o utilizadortem muito pouco ou nenhum controlo sobre a forma como o retorno auditivo lhe é fornecido. A única alternativa que tem é ouvir a mensagem novamente após uma primeira leitura obrigatória e automática feita pelo TALKS. Em algumas versões do TALKS a situação é ainda mais preocupante, só sendo possível ouvir a primeira linha da mensagem por mais que uma vez.

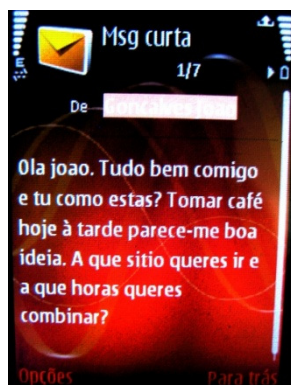


Figura 25 - Conteúdo de uma mensagem

A descrição do comportamento do leitor de ecrã ao longo destas duas tarefas permite detectar e compreender alguns erros de elevada gravidade. Muitos destes erros existem devido a princípios conceptuais de desenho de interface errados e que carecem de revisão. A informação aqui recolhida, juntamente com os dados a serem recolhidos nas seguintes etapas de estudo, permitir-nos-ão realizar uma análise reflexiva onde serão propostas alterações ao princípio de concepção de interfaces para este tipo de dispositivos e que serão apresentados no final deste capítulo.



## 3.2 Estudo exploratório com cegos e amblíopes

Para alcançarmos os objectivos do nosso estudo, foi necessário observar o comportamento dos utilizadores para com os seus telemóveis e o papel que estes desempenham na execução das tarefas diárias de cada um deles. Para o efeito reunimos um grupo de utilizadores que nos pudesse oferecer uma amostra heterogénea e representativa da população cega em geral e realizámos os nossos estudos. Este grupo de indivíduos foi seleccionado tendo por base um perfil comum: serem cegos ou amblíopes e que utilizassem telemóveis no seu dia-a-dia.

Este estudo foi composto por dois momentos distintos e complementares. Num primeiro momento foram feitas entrevistas com utilizadores para perceber as suas rotinas diárias e principais dificuldades encontradas no seu dia-a-dia. Posteriormente tivemos um momento dedicado à observação de tarefas onde os indivíduos, participantes deste estudo, desempenharam um leque de tarefas previamente definidas para que pudéssemos observar os seus comportamentos e detectar as principais dificuldades.

As entrevistas iniciais tiveram como objectivo definir os vários perfis de cada utilizador, compreender quais as tarefas realizadas com maior frequência e em que condições eram realizadas, quais as tarefas que os utilizadores não conseguiam realizar e os motivos de tal impedimento. Aprofundámos a temática dos leitores de ecrã, visto ser a solução actualmente mais utilizada e sobre a qual concentrámos o foco do nosso estudo, no sentido de tentar compreender melhor o seu funcionamento e limitações.

Após a realização da fase inicial de entrevistas, foi feita uma análise às tarefas realizadas regularmente, pelos utilizadores, para averiguar a eficácia e eficiência da realização de cada uma delas. Foram também averiguados quais os motivos para o impedimento da realização de um leque mais alargado de tarefas.

Posteriormente foram feitas novas observações de tarefas levadas a cabo por um grupo de utilizadores um pouco mais alargado que o grupo inicialmente inquirido. Este grupo de utilizadores, mais alargado, permitiu consolidar as opiniões e constatações iniciais de forma a chegarmos a conclusões um pouco mais consensuais e melhor fundamentadas.

A análise da informação recolhida nesta segunda fase de observação permitiu-nos detectar os problemas mais comuns e retirar algumas conclusões relativamente às questões mais problemáticas.

### 3.2.1 Fase de Entrevistas

A primeira fase desta etapa do nosso estudo passou por compreender a relação diária entre utilizadores invisuais e os seus telemóveis. Para isso foi realizado um conjunto de entrevistas para esclarecer algumas das nossas dúvidas, compreender um pouco melhor a realidade destas pessoas e a sua relação com a tecnologia.

As entrevistas iniciais foram feitas obedecendo a um conjunto de perguntas pré-definidas de forma a tentar obter o máximo de informação possível sobre a utilização diária dos telemóveis, por parte do nosso grupo de utilizadores. Nesta fase quisemos também ver esclarecidas algumas das nossas principais dúvidas e incertezas. Apesar destas entrevistas serem estruturadas e procurarem seguir um guião de perguntas pré-definidas, foi sempre dado o grau de liberdade máximo aos utilizadores para que pudessem exprimir livremente as suas opiniões e sugestões de forma a darem-nos o máximo de informação possível.

Para dar resposta às nossas questões tivemos a colaboração da Fundação Raquel e Martin Sain que nos disponibilizou as instalações e nos facilitou o contacto com alguns dos seus formandos para realizarmos as entrevistas e observações pretendidas. O único requisito base para que os formandos pudessem fazer parte do grupo de estudo, foi a utilização frequente de telemóveis, não tendo sido imposta qualquer outra restrição no que diz respeito ao perfil de cada indivíduo.

### **Perfis de Utilizadores**

As entrevistas foram realizadas a um grupo de sete indivíduos, todos eles utilizadores diários de telemóvel. O grupo foi constituído por quatro elementos do sexo feminino e três do sexo masculino com um intervalo de idades a variar entre os 21 e 57 anos. A média de idades dos utilizadores observados rondava os 46 anos tendo sendo o desvio padrão de cerca de 12,8.

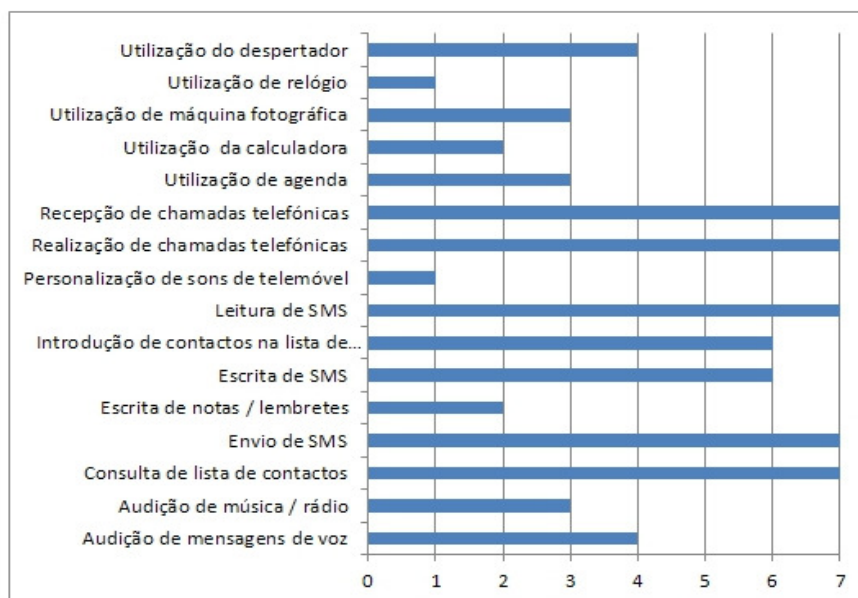
Do grupo analisado, dois elementos eram amblíopes e os restantes cegos, sendo que apenas dois desses elementos se encontravam nessa situação desde a nascença. As razões para os problemas de visão, de cada indivíduo, foram as mais variadas tendo cada utilizador um diferente tipo de cegueira. Todos os inquiridos afirmaram ter conhecimento de Braille mas com diferentes níveis de conhecimento, quer na leitura quer na escrita.

### **Perfis de utilização de telemóvel**

Os perfis de utilização de telemóveis também foram variados. Houve utilizadores que só recentemente começaram a utilizar telemóvel em contraste com outros que já utilizavam estes dispositivos desde o seu aparecimento no mercado. Dos utilizadores inquiridos apenas um não utilizava telemóvel antes de possuir leitor de ecrã uma vez que não conseguia utilizá-lo. Os restantes elementos do grupo já utilizavam este dispositivo móvel, anteriormente à utilização de leitor de ecrã, apesar de apenas conseguirem utilizar um número reduzido de funcionalidades.

Dos utilizadores entrevistados apenas um nunca tinha possuído mais que um modelo de telemóvel ao longo da sua vida. Relativamente à utilização de diversos modelos de telemóveis, por parte dos utilizadores, foram salientadas as seguintes diferenças: relevo do teclado distinto consoante o dispositivo e dificuldades em compreender alguns dos métodos de navegação adoptados em alguns modelos de telemóveis.

Das tarefas realizadas pelos elementos do grupo de estudo destacaram-se: a realização e recepção de chamadas telefónicas, o envio e a leitura de SMS e a consulta da lista de contactos. Todas estas funcionalidades são utilizadas regularmente por todos os elementos do grupo de estudo. A escrita de SMS e a introdução de contactos na lista telefónica foram duas tarefas em destaque sendo realizadas por seis dos sete indivíduos entrevistados.

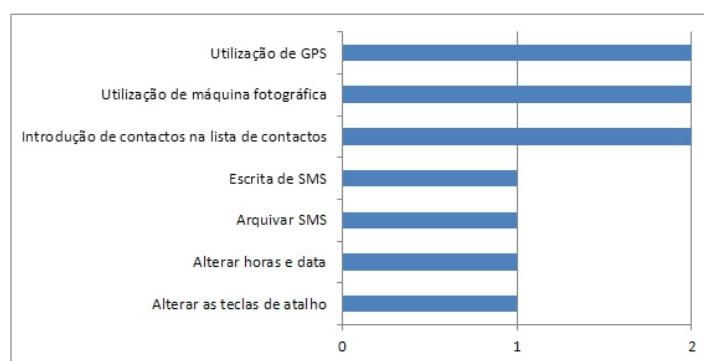


**Gráfico 1 – Tarefas realizadas por quantidade de utilizadores**

Alguns dos entrevistados revelaram realizar outras tarefas frequentemente. Das tarefas mencionadas, a audição de mensagens de voz e a utilização do despertador destacaram-se com quatro dos sete elementos a afirmar realizá-las. Em seguida surgem a audição de música e/ou rádio, a utilização de agenda e a utilização de máquina fotográfica por três dos sete indivíduos. A escrita de notas e/ou lembretes e a utilização da calculadora, vem a seguir sendo usada por dois dos elementos entrevistados. Por fim surge a personalização de sons de telemóvel e utilização do relógio tendo sido referidas apenas por um elemento cada.

### **Principais dificuldades sentidas na utilização de telemóveis**

Um utilizador revelou ter dificuldades na introdução de texto na escrita de SMS, outro revelou dificuldade em editar dados do calendário, nomeadamente data e horas bem como arquivar SMS e houve ainda quem tenha reportado dificuldades em alterar as teclas de atalho configuradas por omissão no leitor de ecrã.



**Gráfico 2 – Funcionalidades consideradas mais difíceis por quantidade de utilizadores**

Foram também reportadas dificuldades comuns a mais que um utilizador. A inexistência de mensagens de aviso que acompanhassem e auxiliassem a utilização da máquina fotográfica incorporada no telemóvel (era difícil para os utilizadores compreender o nível de zoom da máquina e perceber se a fotografia já tinha sido ou não realizada), a impossibilidade de utilizar a funcionalidade de GPS dada a sua complexidade e a grande dificuldade no processo de introdução de contactos na lista telefónica, foram as dificuldades destacadas por mais que um utilizador em simultâneo.

A maior parte dos utilizadores inquiridos revelou utilizar o telemóvel tanto em espaços interiores como exteriores. Apenas um dos utilizadores entrevistados indicou não utilizar telemóvel em espaços exteriores, por questões de segurança. A principal diferença, salientada pelos utilizadores, na utilização de telemóveis nestes dois espaços distintos, foi um aumento do ruído de fundo presente na maioria dos espaços exteriores. Foi também amplamente destacada, por partes dos utilizadores inquiridos, a questão da segurança. Houve quem revelasse ter algum receio em utilizar os telemóveis em espaços exteriores devido a questões de segurança e como tal tinham uma utilização muito mais selectiva e menos despreocupada.

De forma a contornar estes problemas de utilização do telemóvel em espaços exteriores, há quem pare num local com menos ruído para que possa concentrar-se apenas na tarefa a realizar no telemóvel e para que o retorno auditivo do dispositivo seja mais perceptível. Relativamente à questão da segurança, alguns dos utilizadores inquiridos, optam por entrar em estabelecimentos comerciais para que se sintam mais seguros enquanto utilizam o telemóvel.

### Leitores de ecrã

Todos os utilizadores entrevistados afirmaram possuir leitor de ecrã instalado nos seus telemóveis. A quantidade de funcionalidades utilizadas regularmente, pelos utilizadores, após a instalação do leitor de ecrã aumentou bastante. Todos os utilizadores revelaram utilizar o TALKS[31]. Nenhum dos utilizadores revelou ter tido experiências anteriores com outros leitores de ecrã para telemóveis.

Antes da utilização de leitor de ecrã, apenas um dos sete indivíduos entrevistados referiu conseguir escrever SMS por ter o funcionamento das teclas e introdução de texto previamente memorizado. Os restantes utilizadores afirmaram apenas conseguir utilizar o telemóvel para realização e recepção de chamadas telefónicas e utilização de mensagens de voz.

Durante esse período, as restantes funcionalidades estavam inacessíveis para a maioria dos utilizadores, apesar das inúmeras tentativas realizadas para explorar as capacidades dos seus telemóveis tentando utilizar mais algumas das funcionalidades oferecidas. No entanto todas estas tentativas foram infrutíferas, esbarrando sempre em dificuldades apenas ultrapassáveis com ajuda de normovisuais.

Dado este cenário, uma das perguntas realizadas nesta entrevista inicial foi feita no sentido de tentar compreender quais os benefícios da utilização do leitor de ecrã para cada um dos utilizadores inquiridos. As respostas a esta pergunta foram unânimes, considerando o leitor de ecrã como um contributo extremamente positivo para a interação entre este tipo de utilizadores e os seus telemóveis.

A utilização do leitor de ecrã foi referida como algo que deu um contributo para a autonomia individual destes utilizadores, permitindo-lhes de uma forma genérica a utilização de um rol de funcionalidades disponibilizadas nos seus telemóveis às quais lhes era negado o acesso anteriormente. Além de permitir a utilização de um leque mais alargado de funcionalidades, o leitor de ecrã, permitiu também alargar o espectro de tarefas realizadas nos dispositivos móveis de cada utilizador, recorrendo às funcionalidades que já usavam anteriormente.

Esta nova forma de utilização permitiu tornar os utilizadores mais autónomos, possibilitando-lhes a realização de tarefas como: leitura, escrita e envio de SMS, consulta e introdução de contactos na lista telefónica, utilização do despertador, utilização da agenda, notas ou lembretes, consulta do relógio do telemóvel, identificação do autor de uma chamada telefónica, consulta da lista de chamadas não atendidas entre outras tarefas mais específicas.

Apesar de este grande contributo quisemos saber quais os aspectos que os utilizadores consideravam que poderiam ser sujeitos a melhoria nos seus leitores de ecrã. Como já referimos anteriormente todos os utilizadores inquiridos utilizavam o TALKS, como leitor de ecrã, como tal procurámos saber o que cada um dos utilizadores gostaria de ver melhorado na versão do TALKS que possuía no seu telemóvel.

Em resposta a esta pergunta os utilizadores sugeriram alguns aspectos que gostavam que fossem revistos e melhorados. Desses aspectos destacaram-se as dificuldades em alterar algumas das configurações do leitor de ecrã como por exemplo a escolha da voz responsável pelo retorno auditivo. Segundo os utilizadores este aspecto deveria ser melhorado de forma a ser de mais fácil acesso e permitir mais facilmente a alteração de parâmetros de configuração.

Outro aspecto indicado foi o da existência de conflitos entre o sistema operativo do telemóvel e o software do TALKS quando se realizavam determinadas operações em específico. Estes conflitos levavam muitas vezes a que fosse impossível utilizar determinadas funcionalidades do dispositivo e outras vezes levava mesmo ao bloqueamento do dispositivo móvel impedindo o seu total funcionamento. Esta situação era extremamente incómoda pois por vezes obrigava a levar o aparelho à assistência para resolver a situação.

### **Contributo do leitor de ecrã(TALKS)**

Concluimos que apesar da maioria dos utilizadores já ter tido alguma experiência anterior na utilização de telemóveis, o facto de não possuírem qualquer software específico instalado nos seus dispositivos, tornava a sua utilização muito limitada e muito dependente do auxílio de terceiros. Neste sentido a utilização de um leitor de ecrã, neste caso o TALKS, foi unanimemente considerada como um enorme contributo para a experiência de utilização de telemóveis, por parte dos utilizadores inquiridos.

O leitor de ecrã veio permitir a utilização de um conjunto de funcionalidades que anteriormente era de acesso restrito. Permitiu também dar maior autonomia aos utilizadores, possibilitando-lhes a realização de determinadas tarefas sem necessidade de auxílio de terceiros.

Antes da utilização do leitor de ecrã, o leque de funcionalidades utilizado pelos elementos do grupo de estudo limitava-se à realização e recepção de chamadas e mensagens de voz. Alguns dos utilizadores apenas conseguiam realizar chamadas para os números que tinham memorizado, não conseguindo recorrer à utilização da lista de contactos dos seus telemóveis.

A utilização do TALKS permitiu, entre outras coisas, ter acesso a SMS tanto para leitura como também para escrita e envio, permitiu também a utilização das funcionalidades de agenda, utilização de notas ou lembretes, despertador, consulta das horas no relógio do telemóvel, identificação dos autores das chamadas e SMS recebidas, consulta da listagem de chamadas não atendidas e inclusivamente realizar alterações nas configurações do telemóvel escolhendo por exemplo o tipo de toque e o respectivo volume, entre outras coisas.

O TALKS possibilitou, a estes utilizadores, a abertura das portas para um novo mundo de funcionalidades que lhes permitiu: diminuir custos de utilização do telemóvel comunicando através de SMS com outras pessoas, permitiu-lhes organizar melhor o seu tempo e simultaneamente prescindir de outros dispositivos como o relógio, despertador ou agenda de papel, permitiu-lhes ainda um maior conforto ou melhor preenchimento dos seus tempos livres recorrendo a funcionalidades como o leitor de música ou rádio, permitiu-lhes também utilizar outras funcionalidades mais simples mas extremamente úteis como por exemplo a calculadora.

O contributo da referida solução foi tão positivo que fez com que alguns dos utilizadores ganhassem uma maior confiança nas suas capacidades e quisessem ir um pouco mais além,

explorando as capacidades dos seus telemóveis e recorrendo a funcionalidades algo improváveis como a máquina fotográfica ou o GPS.

### **Pontos negativos no leitor de ecrã (TALKS)**

Os pontos negativos destacados, na análise ao TALKS, foram muito poucos o que é demonstrativo de um certo reconhecimento por parte dos utilizadores em relação a este tipo de solução. Mais do que estar plenamente satisfeitos com esta solução que lhes foi oferecida, os utilizadores estão amplamente gratos e por isso têm dificuldades em apontar aspectos negativos. Além disso, depois de tanto tempo com muitas funcionalidades a serem-lhes negadas, só agora começam a sentir uma maior confiança para explorar um pouco mais as funcionalidades dos seus telemóveis e começar a descobrir as falhas deste software no que diz respeito à utilização de outras funcionalidades.

Por estes motivos, além de algumas queixas pontuais principalmente ao nível do funcionamento do software que por vezes entrava em conflito com o sistema operativo do telemóvel e bloqueava, foram reportadas poucas falhas no TALKS. O custo, apesar de ser muito inferior ao de outras soluções, foi apontado como outro aspecto negativo. No entanto ambas as desvantagens apontadas são aspectos com os quais não podemos lidar, vão para além do âmbito do nosso estudo e são algo para o qual não conseguimos dar um contributo.

Contávamos nesta fase inicial conseguir identificar mais problemas do que aqueles que os utilizadores nos reportaram. Tentámos esclarecer melhor estas questões na segunda fase desta etapa de estudo através da observação da realização de um grupo de tarefas pré-definidas e executadas pelos utilizadores anteriormente inquiridos.

Detectar e compreender os aspectos passíveis de melhoria, no TALKS, é algo que surge mais facilmente através da observação de realização de tarefas do que através de inquéritos e foi isso que decidimos fazer na fase seguinte deste estudo.

### **3.2.2 Fase de Observação de Tarefas**

Depois de completar a fase de entrevistas, escolhemos um conjunto de tarefas que considerámos como sendo representativas das tarefas mais realizadas no dia-a-dia por utilizadores cegos e amblíopes. As tarefas eleitas foram aquelas que foram indicadas como sendo executadas com maior frequência, por parte dos utilizadores entrevistados, e que nos permitiram observar e compreender a interação real entre os utilizadores e os seus telemóveis. Além do conjunto de tarefas executadas regularmente, definimos também um conjunto de tarefas que os nossos utilizadores realizavam com menor frequência ou que nunca tinham sequer realizado.

Este grupo adicional de tarefas teve como objectivo testar a capacidade dos utilizadores em lidar com funcionalidades a que estão menos habituados, compreender até que ponto a interface e sistema de navegação do TALKS potencia a utilização por parte de utilizadores

menos experientes ou a utilização de funcionalidades para as quais os utilizadores têm pouca ou nenhuma experiência de utilização. Quisemos também compreender as dificuldades de aprendizagem dos utilizadores nestas situações e perceber até onde poderia ir a sua autonomia na presença de alguns obstáculos inesperados e a forma como lidariam com eles.

## **Perfis de Utilizadores**

O conjunto de utilizadores escolhidos para a realização destas tarefas foi formado pelo grupo de sete utilizadores que haviam participado na fase de entrevistas ao qual se juntaram outros dois utilizadores que não tinham estado presentes. O grupo de estudo ficou então composto por um total de nove utilizadores.

O grupo de estudo passou, nesta fase, a ser composto por cinco elementos do sexo feminino e quatro do sexo masculino. As idades continuaram a oscilar entre os 21 e os 57 anos tendo, no entanto, a média de idades descido para os 46 anos e o desvio padrão alterado para 11,2.

Entre estes utilizadores contavam-se os mesmos dois amblíopes, que haviam participado na fase anterior do estudo, tendo sido alargado o leque de utilizadores cegos para sete. As razões para os problemas de visão permaneceram sem nenhum padrão definido, tendo cada utilizador um diferente tipo de cegueira. Todos os inquiridos afirmaram ter conhecimento de Braille mas com diferentes níveis de conhecimento, quer na leitura quer na escrita.

A única condição imposta a este grupo acrescido de utilizadores foi a mesma que havia sido imposta aos utilizadores entrevistados inicialmente: serem utilizadores diários de telemóveis sendo simultaneamente cegos ou amblíopes.

## **Perfis de utilização de telemóvel**

Os perfis de utilização de telemóvel, deste grupo mais alargado de utilizadores, permaneceram idênticos aos perfis encontrados inicialmente. As funcionalidades em maior destaque continuaram a ser a recepção e realização de chamadas telefónicas, a escrita, leitura e envio de SMS e ainda consulta e introdução de novos registos na lista de contactos. As restantes funcionalidades continuaram a ter valores de utilização de menor destaque.

## **Observação de Tarefas**

Foi definido um conjunto de tarefas a observar e que deveriam ser realizadas no telemóvel pessoal de cada um dos indivíduos pertencentes ao nosso grupo de estudo. As tarefas foram realizadas, seguindo um guião previamente definido e que está disponível em anexo para ser consultado de forma mais detalhada.

Apesar de existir uma definição sobre quais as tarefas a realizar e quais as funcionalidades a testar, o âmbito desta observação nunca foi muito fechado. Foi sempre dada liberdade aos utilizadores para exporem as suas dúvidas, realizarem as suas críticas e facultarem as suas opiniões de forma a podermos obter mais informação para poder ser posteriormente analisada.



Para que fosse possível captar toda esta informação e para que nenhum detalhe passasse despercebido durante a observação das tarefas, todo este processo foi filmado de forma a ser amplamente documentado e posteriormente observado de forma cuidada para obter o máximo de informação possível no decorrer deste processo.



**Figura 26 – Utilizadores a realizarem Tarefas**

Todas as tarefas foram realizadas seguindo os passos definidos no guião. No entanto, a realização de tarefas foi interrompida, sempre que considerámos necessária, para que fosse possível abordar em maior detalhe alguma particularidade que tivesse surgido e fosse considerada pertinente. Estas interrupções permitiram observar com maior atenção e detalhe certas particularidades que foram sendo detectadas ao longo da realização das observações, permitindo-nos compreender certos comportamentos e trocar impressões de forma mais detalhada com os utilizadores.

Antes da realização de cada uma das tarefas propostas, foi pedido ao utilizador que avaliasse a frequência de utilização e o grau de dificuldade de realização de cada uma delas. Esta avaliação foi feita com base numa escala pré-definida e por nós apresentada a cada utilizador e que é disponibilizada em seguida.

A escala de frequência de utilização foi definida da seguinte forma:

1. Não uso.
2. Menos de uma vez a cada dois meses
3. Pelo menos uma vez a cada dois meses;
4. Pelo menos uma vez por mês;
5. Pelo menos de duas em duas semanas;
6. Pelo menos uma vez por semana;
7. Entre duas a três vezes por semana;
8. Diariamente;

Enquanto a escala de grau de dificuldade tinha o seguinte formato:

1. Realizo sem quaisquer dificuldades.
2. Realizo a tarefa com uma certa facilidade mas por vezes tenho dificuldades;
3. Realizo a tarefa mas ainda sinto dificuldades;
4. Realizo a tarefa com muita dificuldade;
5. Para mim é impossível de realizar a tarefa;

Estas escalas foram elaboradas tendo por base as opiniões obtidas nas entrevistas iniciais e de forma a cobrir aquilo que nos pareceram ser os diferentes níveis de utilização e de dificuldade na realização das tarefas definidas, referidos pelos utilizadores.

### Realização de Chamada Telefónica

A primeira tarefa consistiu na realização de uma chamada telefónica para um número pré-definido. Esta tarefa foi considerada, de acordo com as opiniões dos entrevistados, a mais elementar de todas. Assim sendo, esperávamos que todos os utilizadores observados fossem capazes de realizar esta tarefa sem quaisquer entraves.

Todos os utilizadores revelaram realizar chamadas telefónicas numa base diária com excepção de um utilizador que revelou enviar bastantes mensagens escritas (cerca de 20 por dia) e como tal realizava poucas chamadas telefónicas. Este utilizador privilegiava o envio de mensagens escritas de forma a poder cortar nos gastos com o telemóvel uma vez que o seu tarifário permitia o envio de mensagens de forma gratuita o que lhe permitia uma grande poupança nos seus gastos com comunicações.

O resultado da observação correspondeu às nossas expectativas e às auto-avaliações feitas pelos utilizadores. Todos os utilizadores conseguiram realizar a tarefa proposta sem quaisquer dificuldades.

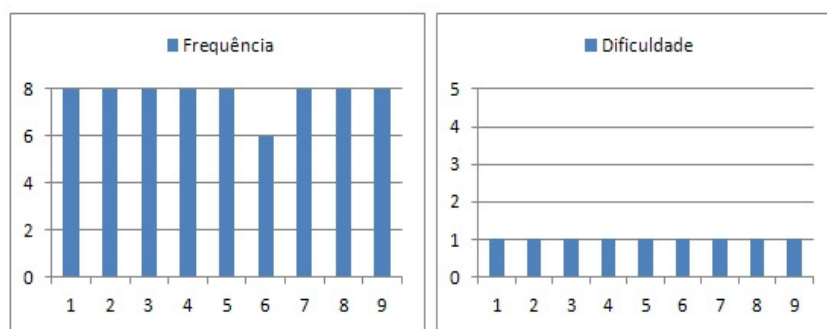


Gráfico 3 – Frequência e dificuldade de realização de Chamadas Telefónicas por número de utilizadores

#### Principais dificuldades observadas

Na realização desta tarefa não foram observadas quaisquer dificuldades.

### Recepção de Chamada Telefónica e Identificação de Remetente

A segunda tarefa consistiu na recepção de uma chamada telefónica e consequente identificação do contacto telefónico do remetente. A tarefa de receber uma chamada telefónica foi considerada rotineira e de simples concretização em tudo semelhante à tarefa de realização de uma chamada. Devido a este facto decidimos adicionar um pouco de complexidade à tarefa incluindo a identificação do remetente da chamada.

Este passo adicional tencionava não só adicionar complexidade à tarefa mas também observar uma tarefa que é uma necessidade real e recorrente no dia-a-dia destes utilizadores, tal como ilustra o gráfico exibido em seguida.

No inquérito de auto-avaliação, respondido pelos utilizadores, antes da realização e observação da tarefa, apenas dois utilizadores não consideraram esta tarefa isenta de dificuldades. Um dos utilizadores revelou algumas dificuldades na utilização da funcionalidade de identificação de chamadas por ser um utilizador inexperiente com o TALKS. Este utilizador apenas usava o software há três meses e ainda não tinha explorado devidamente essa funcionalidade. O outro utilizador afirmou sentir dificuldades em identificar uma chamada telefónica por não conseguir ajustar a velocidade do retorno auditivo quando o TALKS o informava da identidade de quem estava a realizar a chamada telefónica.

Os restantes utilizadores consideravam ser capazes de realizar esta tarefa sem grandes dificuldades. Durante a realização da tarefa não observámos dificuldades dignas de nota, indo ao encontro das expectativas criadas pelos utilizadores. Dos utilizadores que afirmaram sentir dificuldades em realizar esta tarefa apenas um deles sentiu realmente dificuldades na sua realização.

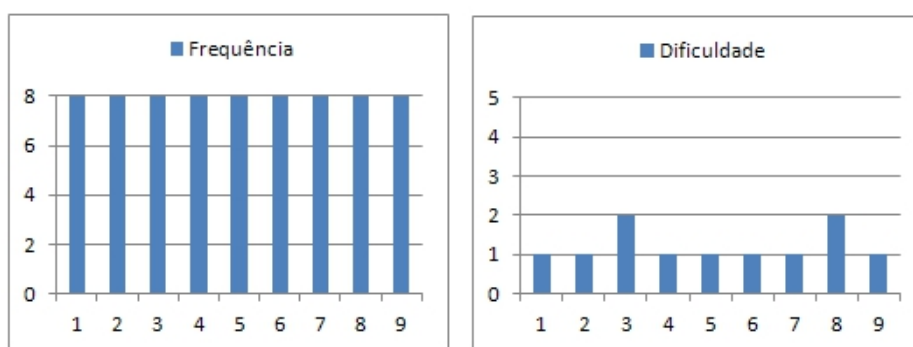


Gráfico 4 - Frequência e dificuldade de recepção de chamadas telefónicas por número de utilizadores

#### Principais dificuldades observadas

As dificuldades encontradas ao longo da realização desta tarefa estavam relacionadas com o sistema de retorno auditivo.

- Quando se pede ao TALKS para identificar o remetente das chamadas, o telemóvel deixa de tocar e não volta a fazê-lo. O utilizador perde a noção dos estado e fica sem saber se desligaram a chamada ou se o telemóvel continua a chamar.
- Impossibilidade de alteração da velocidade do retorno auditivo para que possa ser perceptível o número de contacto identificado.

## Localização de uma Chamada na Lista de Chamadas não atendidas

A tarefa seguinte consistiu na localização de uma chamada telefónica na lista de chamadas não atendidas do telemóvel do utilizador. Para concretizar esta tarefa solicitámos aos utilizadores que procurassem a chamada que havíamos realizado no decorrer da tarefa anterior.

Na fase de auto-avaliação sobre esta tarefa seis dos utilizadores referiram realizar tarefas como esta diariamente, um deles realizava-a entre duas a três vezes por semana, outro realizava-a pelo menos uma vez por semana e o outro utilizador revelou utilizar poucas vezes esta funcionalidade, utilizando-a apenas de dois em dois meses.

No que diz respeito às dificuldades sentidas, a grande maioria dos utilizadores considerou não sentir dificuldades na realização desta tarefa. Apenas dois utilizadores apontaram sentir algumas dificuldades.

Na fase de observação da tarefa constatámos que um dos utilizadores sentiu dificuldades em concretizar a tarefa não tanto pela complexidade da tarefa em si mas por ter grandes dificuldades em encontrar a funcionalidade pretendida (lista de chamadas não atendidas) na estrutura de menus do telemóvel.

O outro utilizador teve um problema semelhante ao utilizador referido anteriormente com a agravante de ter tido grandes dificuldades em conseguir navegar dentro da lista de chamadas não atendidas e encontrar a chamada pretendida.

Ambos os utilizadores que sentiram mais dificuldades revelaram não utilizar esta a funcionalidade de consulta de chamadas não atendidas frequentemente.

Este aspecto alertou-nos, pela primeira vez, para as dificuldades que alguns utilizadores sentiam com a navegação “no desconhecido”. Era difícil para eles conseguir navegar e encontrar funcionalidades que não eram utilizadas regularmente.

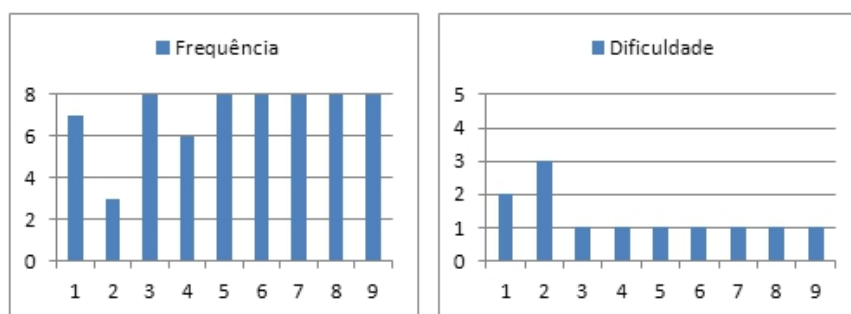


Gráfico 5 – Frequência e dificuldade de localização de chamadas na lista de chamadas não atendidas

### Principais dificuldades observadas

As dificuldades encontradas na realização desta tarefa prenderam-se essencialmente com a navegação.

- As pessoas que utilizavam a lista de chamadas com menor frequência tiveram bastantes dificuldades em encontrar a funcionalidade através da estrutura de menus do telemóvel.
- Houve utilizadores que tiveram dificuldades em navegar na estrutura interna da lista de chamadas não atendidas em busca da chamada pretendida. O TALKS lê muita informação de cada vez, o que dificulta a percepção de cada conteúdo individualmente e a consequente distinção entres as várias chamadas.

### **Criação de um Contacto na Lista de Contactos**

A tarefa seguinte consistiu na criação de um contacto na lista de contactos de cada utilizador. O processo para a realização desta tarefa foi deixado ao critério de cada utilizador. Cada um utilizou o processo que lhe deu mais jeito e com o qual estava mais familiarizado. O objectivo era observar as dificuldades que os utilizadores sentiam na sua utilização normal dos telemóveis.

Assim sendo houve quem tenha criado o contacto recorrendo à lista de chamadas não atendidas, através da lista das últimas chamadas marcadas ou introduzindo o número no telemóvel para posteriormente associar um nome e criar o contacto. Todos estes processos foram, por nós, considerados válidos para a realização da tarefa pretendida.

Juntamente com o número de telemóvel foi necessário introduzir também um nome para ficar associado ao contacto de forma a poder identificá-lo posteriormente. O nome escolhido para o efeito foi: João Gonçalves. Escolhemos este nome, em particular, para que nos permitisse realizar uma primeira observação à introdução de texto com particular ênfase para a questão dos caracteres especiais.

Durante a realização da tarefa, um dos utilizadores andou perdido pelos menus à procura do contacto na lista de chamadas não atendidas. Acabou por não conseguir encontrar o contacto pretendido e por consequência não foi capaz de concluir a tarefa designada.

Um dos utilizadores teve bastantes dificuldades em conseguir realizar a tarefa devido a problemas com a escrita. Este utilizador não conseguiu colocar os caracteres acentuados nem os caracteres especiais como o “ç”. Outros dois utilizadores afirmaram não usar acentos ou caracteres especiais, optando por escrever sem eles, uma vez que têm grandes dificuldades em conseguir encontrá-los.

Houve ainda um utilizador que conseguiu realizar a tarefa mas com algumas dificuldades. Os restantes utilizadores realizaram a tarefa designada sem problemas.

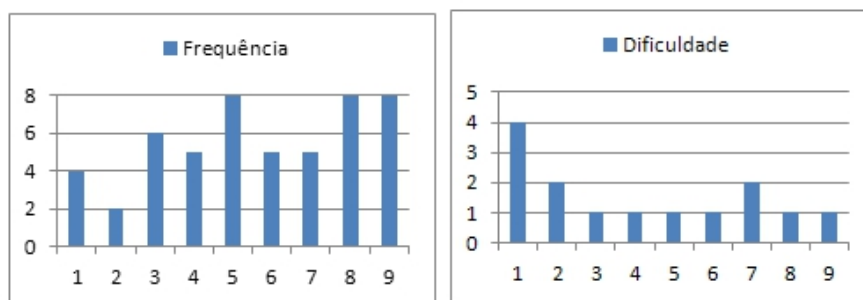


Gráfico 6 – Frequência e dificuldade de criação de contactos na lista de contactos

### Principais dificuldades observadas

Na realização desta tarefa ressaltaram algumas das dificuldades já anteriormente encontradas.

- Houve quem tenha tido dificuldades na navegação na estrutura de menus em busca da funcionalidade pretendida.
- Dificuldade na identificação dos vários campos para preenchimento dentro do formulário de criação de um novo contacto. Por vezes para os utilizadores torna-se complicado perceber o que se pretende em cada campo do formulário sem antes passar por ele. Por exemplo um utilizador só se apercebe que existem campos distintos para nome próprio e apelido, do contacto, após ter preenchido o primeiro campo. Este é um problema que desaparece com a experiência mas que facilmente reaparece nos casos em que os utilizadores não costumem realizar este tipo de tarefa frequentemente.
- Surgiram as primeiras dificuldades na introdução de determinados caracteres especiais como o caso do “ç” ou caracteres acentuados como por exemplo “ã”.

### **Procura de um Contacto na Lista de Contactos**

Esta tarefa consistiu na procura do contacto anteriormente inserido na lista de contactos de cada utilizador. Depois de encontrado o contacto o utilizador deveria efectuar uma chamada para esse número.

Esta tarefa foi classificada por todos os utilizadores como uma tarefa que não apresentava dificuldades e cuja frequência de realização era diária.

Durante a observação verificou-se que esta tarefa foi realizada sem dificuldades. Houve inclusivamente um utilizador que realizou esta tarefa, recorrendo para isso a um reconhecedor de fala que lhe permitia dizer o nome do contacto pretendido e o telemóvel ia buscá-lo automaticamente. O utilizador afirmou ser esta a forma como desempenhava esta tarefa no seu dia-a-dia.

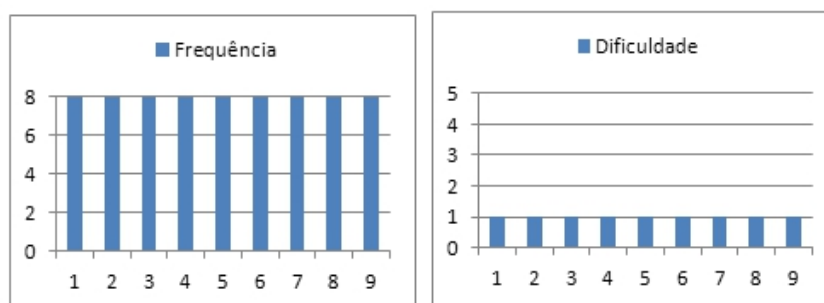


Gráfico 7 – Frequência e dificuldade de procura de um contacto na lista de contactos

### Principais dificuldades observadas

Na realização desta tarefa não foram observadas quaisquer dificuldades.

### **Escrita de SMS**

Esta tarefa consistiu na criação de uma mensagem escrita previamente definida pelo grupo de investigação. A mensagem a escrever para a tarefa consistia no seguinte texto:

“Olá João. Como estás? Hoje tenho a tarde livre. Queres combinar tomar um café a meio da tarde?”

De acordo com a avaliação prévia feita pelos utilizadores, sete deles afirmaram realizá-la diariamente, um afirmou realizá-la entre duas a três vezes por semana e houve outro que afirmou apenas cerca de uma vez a cada dois meses.

No que diz respeito à dificuldade, cinco utilizadores afirmaram conseguir realizar a tarefa sem quaisquer dificuldades, dois afirmaram ser capazes de desempenhar a tarefa mas que ainda sentiam algumas dificuldades, enquanto o outro utilizador revelou não ser capaz de realizar esta tarefa.

Durante a realização da tarefa observou-se que apenas um dos utilizadores não conseguiu realizá-la. Este utilizador não foi capaz de escrever a mensagem porque a escrita de mensagens se encontrava configurada para o modo de “escrita inteligente” (T9) e o utilizador revelou não ser capaz de alterá-lo sem o auxílio de um normovisual. Devido a este obstáculo, o utilizador não foi capaz de realizar a tarefa pretendida.

Observou-se que havia um utilizador que sentia algumas dificuldades em realizar esta tarefa. Como consequência das dificuldades sentidas, este utilizador, não utilizava pontuação nas mensagens escritas que escrevia e também não conseguia inserir destinatários sem ser através de contactos previamente gravados na lista de contactos. Este utilizador conseguia realizar a tarefa com bastantes limitações.

Houve um utilizador que demonstrou demorar bastante tempo na escrita de mensagens uma vez que estava apenas habituado a escrever mensagens curtas. Este utilizador sentiu grandes

dificuldades com a pontuação e utilização de caracteres especiais. Havia alguns caracteres deste conjunto que não conseguia utilizar pois tinha dificuldades em encontrá-los. Este problema não foi exclusivo a este utilizador. Houve um utilizador que optou por não utilizar caracteres especiais nem acentuados por ser bastante difícil encontrá-los. Apesar desta limitação, este utilizador, conseguiu escrever a sua mensagem sem demais dificuldades.

Um dos utilizadores observados revelou também bastantes dificuldades com a pontuação e caracteres acentuados mas deparou-se com um problema ainda mais grave no decorrer da realização da sua tarefa. Este utilizador escreveu a mensagem toda no campo do destinatário e só se apercebeu desse facto quando chegou ao fim. O utilizador afirmou tratar-se de um problema recorrente. Em situações como esta, o utilizador, vê-se obrigado a apagar a mensagem e escrever tudo novamente.

Além destes problemas, este utilizador, revelou ainda que habitualmente envia mensagens mais curtas. O utilizador revelou também alguns problemas com a escrita dando muitos erros ortográficos. Esta situação não foi exclusiva a este utilizador. Houve outro utilizador que também demonstrou dificuldades com a escrita dando bastantes erros ortográficos. No entanto, este utilizador justificou as dificuldades sentidas na escrita, em parte, devido ao teclado do seu telemóvel.

Os restantes três utilizadores demonstraram conseguir escrever a mensagem sem problemas de maior, concretizando a tarefa designada sem grandes dificuldades.

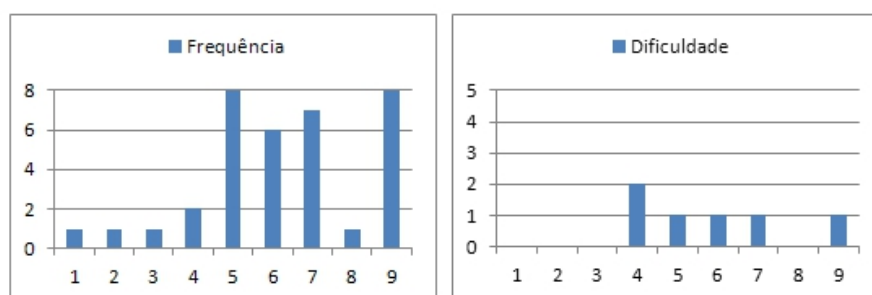


Gráfico 8 – Frequência e dificuldade de escrita de SMS

#### Principais dificuldades observadas

Nesta tarefa foram observadas algumas das dificuldades já sentidas anteriormente. Uma das principais dificuldades sentidas nesta tarefa foi a utilização de caracteres especiais.

- Dificuldade na alteração de certas configurações do telemóvel como por exemplo a alteração do modo de escrita das mensagens.
- Dificuldade em conseguir introduzir caracteres especiais e pontuação. Os utilizadores sentem dificuldades em encontrar este tipo de caracteres dentro do sistema tradicional de multi-tap.
- Dificuldade em inserir contactos directamente sem recorrer à lista de contactos.



- Dificuldade em perceber a localização dos campos dentro dos formulários. Foi apontando como um erro comum escrever o corpo da mensagem no campo do destinatário. Os utilizadores têm dificuldade em saber onde estão situados.
- Alguns utilizadores indicaram estarem habituados a escrever mensagens mais curtas. Notou-se um grande esforço por parte destes utilizadores para conseguir escrever uma mensagem com esta extensão.
- Houve vários utilizadores que escreviam com bastantes erros ortográficos.

## Leitura de SMS

Esta tarefa consistiu na leitura de uma mensagem escrita enviada pelos investigadores para o telemóvel de cada um dos utilizadores. Esta mensagem foi previamente escrita, tendo sido personalizada com a introdução do nome de cada um dos utilizadores observados. A mensagem utilizada nesta tarefa foi a seguinte:

“Olá [nome do utilizador]. Tudo bem comigo e tu como estás? Tomar café hoje à tarde parece-me boa ideia. A que sítio queres ir e a que horas queres combinar?”

Esta tarefa foi unanimemente classificada como uma tarefa que não oferecia dificuldades de maior e cuja realização era efectuada numa base diária.

Tal como havia sido referido, previamente pelos utilizadores, esta tarefa não apresentou grandes dificuldades. Um ou outro utilizador mencionou estar habituado a ler mensagens mais curtas mas isso não os impediu de realizar a tarefa.

No entanto apesar de todos os utilizadores terem conseguido realizar a tarefa designada e conseguir ler a mensagem, foi curioso detectar que a maior parte deles conseguiu interpretar o sentido da frase mas não eram capazes de reproduzir a mensagem na íntegra. Os utilizadores conseguiam interpretar e reproduzir o sentido da frase mas não eram capazes de reproduzi-la “à letra”. Este fenómeno acontece porque o TALKS lê a mensagem de uma vez só, parando apenas quando chega ao final da mensagem.

Existe uma funcionalidade no TALKS que permite ler a mensagem linha por linha, após uma primeira leitura rápida, mas apenas um dos utilizadores tinha conhecimento desta funcionalidade. É uma funcionalidade que poderia ser bastante útil à maior parte dos utilizadores mas que a maioria desconhece, talvez por não estar devidamente identificada na interface do software.

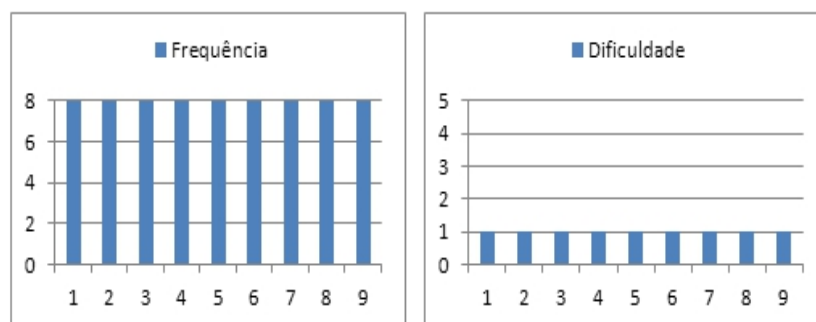


Gráfico 9 – Frequência e dificuldade de leitura de SMS

### Principais dificuldades observadas

As dificuldades encontradas na observação da realização desta tarefa estão relacionadas com a forma como é feita a leitura das mensagens escritas por parte do TALKS.

- Os utilizadores têm dificuldade em perceber o conteúdo exacto de cada mensagem porque o TALKS lê a mensagem de uma vez só. Existe uma funcionalidade que permite ler a mensagem linha por linha mas está pouco divulgada e como tal não é usada. De qualquer forma essa mensagem obriga sempre uma leitura inicial da totalidade da mensagem.
- Existe também a possibilidade de ajustar a velocidade de leitura do TALKS que ajuda a mitigar este problema no entanto nem todos os utilizadores são capazes de ajustar a velocidade do sintetizador de voz quando estão dentro do menu de leitura de mensagens escritas. Existe ainda uma limitação com esta forma de contornar a questão: uma vez alterada a velocidade ela fica alterada para todos o software e não apenas temporariamente para a leitura de uma determinada mensagem.

### **Criação de Nota ou Lembrete**

Esta tarefa consistia na criação de uma nota, lembrete ou qualquer outra funcionalidade semelhante, dependendo do modelo do telemóvel de cada um dos utilizadores. O objectivo era o utilizador ter uma forma de se registar um determinado evento para que pudesse relembrar-se posteriormente.

Como tarefa foi escolhida o registo a seguinte mensagem:

“Consulta no dentista no dia 25 de Novembro às 17h30”.

Na avaliação prévia, realizada pelos utilizadores, apenas dois utilizadores revelaram realizar este tipo de tarefa diariamente, um utilizador revelou realizar esta tarefa entre duas a três vezes por semana e outro que revelou realizá-la pelo menos uma vez por semana. Houve um utilizador que referiu realizar este tipo de tarefa com muito pouca frequência, realizando-a apenas uma vez a cada dois meses. Os restantes quatro utilizadores revelaram não realizar este tipo de tarefa.

No que diz respeito ao grau de dificuldades sentidas quatro dos utilizadores afirmaram ser capazes de realizar a tarefa sem dificuldades enquanto outro disse que era capaz de realizá-la tendo no entanto algumas dificuldades. Os restantes utilizadores não classificaram o grau de dificuldade de realização desta tarefa por não a realizarem habitualmente.

Durante a observação constatámos algumas dificuldades na navegação e na percepção de qual seria o menu onde estaria inserida a funcionalidade de nota, lembrete ou agenda.

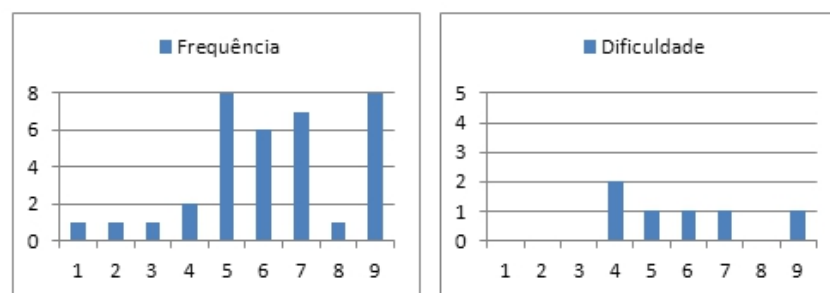


Gráfico 10 – Frequência e dificuldade de criação de notas ou lembretes

#### Principais dificuldades observadas

Esta tarefa comprovou-se ser muito pouco efectuada pela maioria dos utilizadores observados. As dificuldades na navegação vieram mais uma vez ao de cima.

- Alguns dos utilizadores que não realizavam este tipo de tarefa justificaram esse facto devido à dificuldade em encontrar estas funcionalidades através dos menus do telemóvel. Existe demasiada informação que por vezes torna complicada a tarefa do utilizador em tentar perceber para que servem tantas entradas de menu. Mesmo alguns dos utilizadores que usam esta funcionalidade sentem as mesmas dificuldades com a navegação.
- Com a observação desta tarefa constatou-se uma vez mais que as funcionalidades que são menos utilizadas pelos utilizadores são as que são mais difíceis de alcançar através do sistema de navegação dos dispositivos.

#### **Configuração de alarme para Nota ou Lembrete**

Esta tarefa consistia na configuração de um alarme para a nota, lembrete ou evento da agenda, criado na tarefa anterior.

Dos nove utilizadores inquiridos apenas três revelaram realizar este tipo de tarefa. Dos cinco utilizadores que conseguiam realizar a tarefa anterior, dois deles, revelaram não ser capazes de realizar esta. Os utilizadores que não realizavam a tarefa anterior também não realizavam esta. Dos restantes utilizadores, dois revelaram ser capazes de efectuar esta tarefa sem dificuldades e que a realizavam numa base diária. O outro utilizador revelou também ser capaz

de utilizar esta tarefa sem quaisquer dificuldades no entanto apenas a realizava cerca de uma vez por semana.

Na realização desta tarefa não foram observadas dificuldades adicionais, pois os três utilizadores que revelaram ser capazes de a concretizar fizeram-no sem dificuldades de maior.

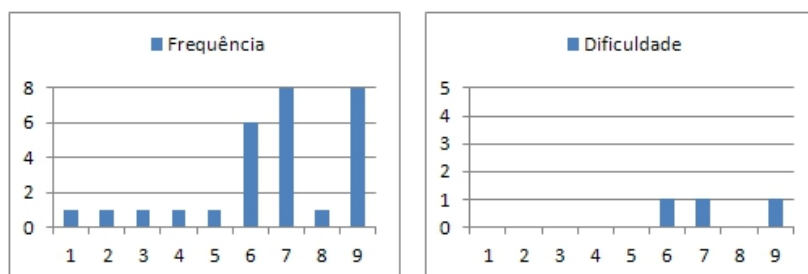


Gráfico 11 – Frequência e dificuldade de configuração de alarmes para notas ou Lembretes

#### Principais dificuldades observadas

Na realização desta tarefa não foram observadas dificuldades a registar.

#### **Utilização da Calculadora**

Esta tarefa consistia na utilização da calculadora para realizar uma simples operação matemática. A operação em causa consistia em saber o resultado de multiplicar 145 por 23.

Apenas dois dos utilizadores revelaram utilizar esta funcionalidade. Ambos utilizadores referiram ter dificuldades em encontrar a funcionalidade nos menus do telemóvel. Um dos utilizadores afirmou não ter quaisquer dificuldades em utilizar esta funcionalidade enquanto o outro revelou ter algumas dificuldades em recordar-se do funcionamento da calculadora.

Dos restantes utilizadores, que não utilizavam esta funcionalidade, alguns referiram não utilizá-la devido à sua complexidade, pois não sabiam como usá-la.

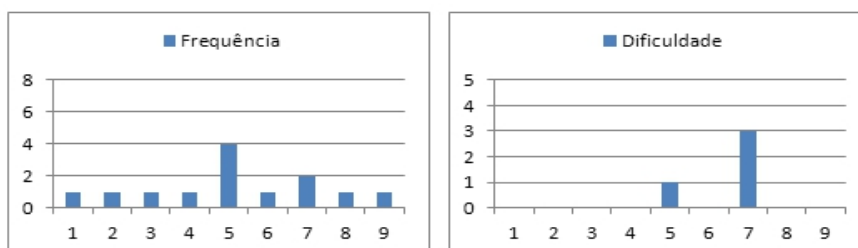


Gráfico 12 – Frequência e dificuldade de utilização da calculadora

#### Principais dificuldades observadas

Na realização desta tarefa não foram observadas dificuldades a registar.

## Configurar Despertador

Esta tarefa consistia na configuração do despertador do telemóvel de cada um dos utilizadores para uma determinada hora. Cada utilizador deveria configurar o despertador para cerca de 2 minutos após a hora actual.

Dos utilizadores observados, apenas dois afirmaram não usar o despertador. Os restantes utilizadores afirmaram utilizá-lo, sendo que seis deles faziam-no numa base diária e outro afirmou utilizá-lo pelo menos duas a três vezes por semana. No que diz respeito a dificuldades na utilização desta funcionalidade, quatro dos utilizadores revelaram conseguir fazê-lo sem quaisquer dificuldades e os outros dois afirmaram fazê-lo com algumas dificuldades.

Dos utilizadores que afirmaram não utilizar o despertador, um deles afirmou não usar regularmente por preferir utilizar outro dispositivo. No entanto este utilizador tentou utilizá-lo e conseguiu, demonstrando apenas algumas dificuldades em encontrá-lo e em configurá-lo.

Na fase de observação um dos utilizadores apontou o facto de não conseguir configurar o despertador para despertar apenas em determinados dias da semana, apesar de o telemóvel o permitir. Outro utilizador sentiu dificuldades em encontrar a funcionalidade de despertador dentro dos menus do telemóvel e posteriormente de configurá-lo.

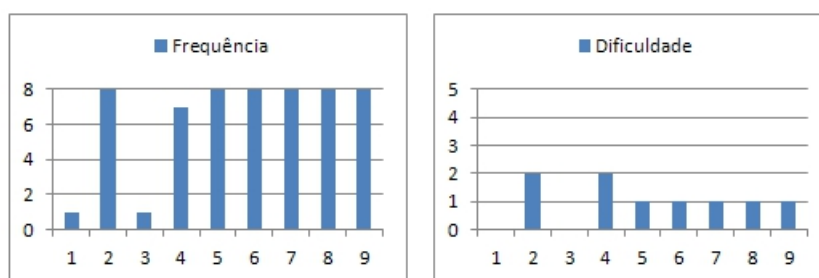


Gráfico 13 – Frequência e dificuldade de configuração de despertador

### Principais dificuldades observadas

Na observação da realização desta tarefa foram detectadas novamente dificuldades na navegação e existiram algumas dificuldades, por parte de alguns utilizadores, em compreender o funcionamento da funcionalidade de modo a conseguir configurar o despertador.

Outra dificuldade que foi detectada foi o facto de os utilizadores não conseguirem tirar partido de algumas opções mais avançadas desta funcionalidade como é o caso da possibilidade de escolher quais os dias da semana para despertar.

## Alterar as horas

Esta tarefa consistia na alteração das horas do telemóvel para uma determinada hora. A hora escolhida para alterar foi as 21h35.

Dos utilizadores observados apenas cinco indicaram realizar esta tarefa. Dos utilizadores que afirmaram realizar esta tarefa todos consideraram ser capazes de realizá-la sem quaisquer dificuldades. No que diz respeito à frequência de realização desta tarefa, quatro utilizadores afirmaram realizá-la diariamente e outro utilizador afirmou realizar esta tarefa uma vez a cada dois meses.

Os quatro utilizadores que não realizavam esta tarefa afirmaram solicitar a um normovisual para realizar a tarefa por si, sempre que tinham essa necessidade.

Um dos utilizadores demonstrou bastantes dificuldades em encontrar a funcionalidade do relógio para poder acertar as horas, os restantes utilizadores conseguiram realizar a tarefa sem dificuldades dignas de registo.

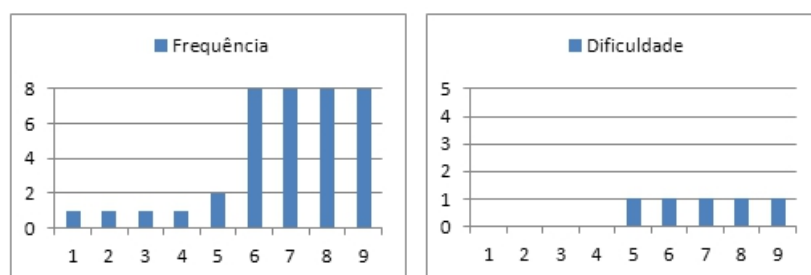


Gráfico 14 – Frequência e dificuldade de alteração das horas

#### Principais dificuldades observadas

No decorrer da realização desta tarefa foram, uma vez mais, observadas dificuldades na navegação por se tratar de uma funcionalidade que os utilizadores não utilizam com tanta frequência pois não têm essa necessidade.

#### **Alterar a data**

Esta tarefa consistia na alteração da data do telemóvel para uma determinada data. A data escolhida para alterar foi de 2 de Fevereiro de 2008.

Cinco dos utilizadores observados afirmaram ser capazes de realizar esta tarefa sem quaisquer dificuldades. Onde quatro dos utilizadores realizavam-na diariamente e o outro utilizador afirmou realizar esta tarefa uma vez a cada dois meses.

Tala como na tarefa anterior, os quatro utilizadores que não realizavam esta tarefa afirmaram solicitar a um normovisual para realizar a tarefa por si, sempre que tinham essa necessidade.

Da mesma forma, um dos utilizadores afirmou ter bastantes dificuldades em conseguir encontrar a funcionalidade onde era possível alterar a data, os restantes utilizadores conseguiram realizar a tarefa sem dificuldades de registo.

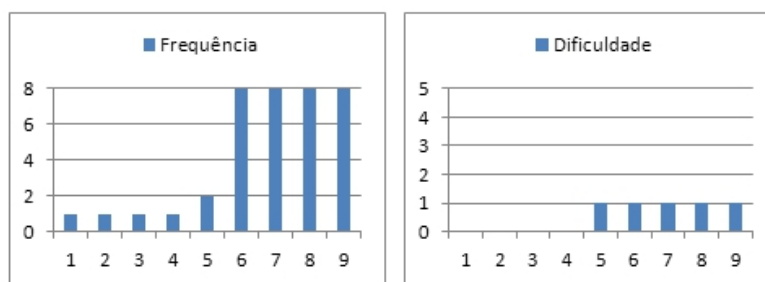


Gráfico 15 – Frequência e dificuldade de alteração de data

#### Principais dificuldades observadas

Esta tarefa era em tudo idêntica à anterior e como tal as conclusões retiradas foram igualmente idênticas. Foram assim observadas dificuldades na navegação pelo facto de ser uma funcionalidade que os utilizadores utilizam com menor frequência.

#### Consultar as horas

Esta tarefa consistia em consultar as horas disponibilizadas no telemóvel. Era uma tarefa de complexidade muito reduzida e como tal não esperávamos que fossem apontadas dificuldades à sua realização por parte dos utilizadores

Durante a observação, nenhum utilizador revelou sentir dificuldades a realizar esta tarefa. Seis dos utilizadores afirmaram realizar esta tarefa diariamente, outro utilizador afirmou realizá-la pelo menos duas a três vezes por semana e houve ainda outro utilizador que afirmou que não a realizava. O utilizador que afirmou não consultar as horas no telemóvel, fá-lo porque tem um relógio à parte onde realiza essa tarefa.

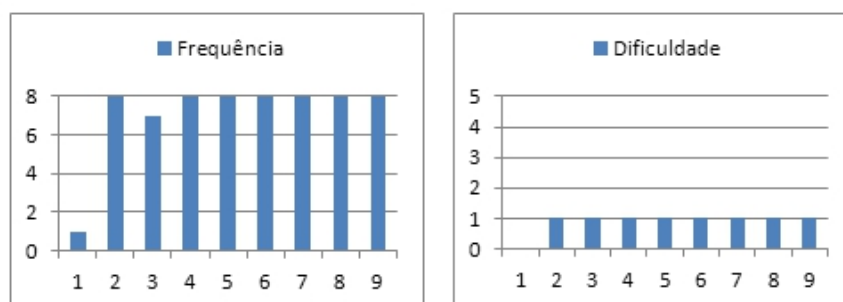


Gráfico 16 – Frequência e dificuldade de consulta de horas

#### Principais dificuldades observadas

Na realização desta tarefa não foram observadas dificuldades a registar.

### 3.2.3 Conclusões

Ao longo das observações de tarefas e entrevistas realizadas no nosso estudo, tirámos as seguintes conclusões:

## Navegação

A forma como os menus dos telemóveis estão estruturados é demasiado complexa para quem não os consegue ver e que necessita de recriar uma estrutura mental para se orientar dentro deles. Os menus dos telemóveis estão pensados para utilizadores que tenham possibilidade de obter retorno visual do dispositivo e para os quais não existe a mesma carga cognitiva que um utilizador invisual sente, uma vez que um normovisual consegue saber o sítio exacto onde está através de um olhar contrariamente ao que acontece com um utilizador invisual.

A solução transversalmente adoptada pelo TALKS visa transformar aquilo o que foi pensado como retorno visual em retorno auditivo. Esta solução acaba por ser pacífica e eficaz em alguns contextos onde a complexidade do conteúdo é reduzida e onde este mapeamento de sentidos torna-se mais eficaz. No entanto, no caso da estrutura de menus e navegação do telemóvel, esta solução fica muito aquém do esperado pelos utilizadores, não conseguindo verdadeiramente resolver-lhes o problema.

É demasiado complexo compreender o estado em que o sistema se encontra e conseguir perceber a estrutura hierárquica dos diversos menus apenas por aquilo que o TALKS vai indicando ao longo do percurso. Este facto leva a que os utilizadores se sintam muitas vezes perdidos ao navegar pelo dentro dos menus do telemóvel, em particular nas áreas que utilizavam com menor frequência no seu dia-a-dia. Como consequência os utilizadores não se sentem confiantes para explorar funcionalidades que desconhecem e para explorar áreas dos telemóveis às quais não estão habituados.

Este problema não é algo exclusivo da população cega uma vez que é comumente detectado em público com maiores dificuldades na utilização de novas tecnologias. Este tipo de público tem uma maior propensão a sentir-se “perdido” durante a utilização de um telemóvel. Um exemplo onde esta situação se verifica frequentemente é junto da população idosa.

No entanto por muitas dificuldades que possam sentir, os normovisuais, conseguem através de várias sacadas, ir pouco a pouco, tomando consciência do estado do dispositivo e contexto em que se encontra para posteriormente tentarem chegar ao sítio que pretendem.

No caso dos cegos, que utilizam TALKS, a situação é um pouco diferente e mais preocupante, pois não existe espaço para adaptação progressiva ao estado e perde-se facilmente o contexto. Ao contrário dos normovisuais que vão fazendo a sua absorção de informação à sua medida, fazendo o incremento de complexidade e “digerindo” a informação à sua medida, os cegos não têm possibilidade de fazer isso. A informação é-lhes transmitida de forma sequencial e total (de uma só vez) sem lhes permitir distinguir os diferentes tipos de informação, não estabelecendo qualquer relação de hierarquia, misturando contexto com acções disponíveis e outras informações distintas.



## Ajuda e Contexto

Muitas vezes os utilizadores chegam a uma entrada de menu e não conseguem perceber o seu conteúdo. O mesmo sucede já dentro dos menus, uma vez chegados a uma determinada funcionalidade. Torna-se complicado perceber o objectivo de uma determinada funcionalidade apenas através do nome até porque, consoante o fabricante e modelo do telemóvel, existem diferentes funcionalidades com o mesmo nome e sobretudo diferentes nomes para a mesma funcionalidade, dependendo de telemóvel para telemóvel.

Em geral é complicado perceber qual o total de funcionalidades de um determinado telemóvel, aquilo que realmente faz cada uma delas e onde as podemos encontrar.

Dentro de uma determinada funcionalidade, por exemplo a calculadora, é difícil para um utilizador saber que botões fazem o quê, por exemplo saber onde está o sinal de soma ou a vírgula para realizar contas. Neste exemplo a calculadora até é uma funcionalidade que as pessoas conhecem relativamente bem o que é e para que serve, cingindo-se as dificuldades em encontrar um determinado botão.

Existem no entanto dificuldades acrescidas, quando um utilizador chega à funcionalidade onde é possível acertar as horas e a data e nos oferecem a possibilidade de escolher fuso horário, formato da data, formato da hora, hora actual, data actual, etc. Sendo que cada um destes formulários possibilita a escolha de múltiplas opções.

Para o utilizador, muitas vezes, é difícil perceber o contexto da situação em que se encontra. Esta situação é muito comum dentro dos formulários, onde por exemplo na introdução de um contacto, o utilizador, só tem noção dos diversos campos que existem à medida que os vai preenchendo. O utilizador só sabe que existe um campo para o apelido depois de ter preenchido o campo do nome de possivelmente ter lá colocado também a informação relativa ao apelido. Outro exemplo deste tipo de situação dá-se quando os utilizadores escrevem o conteúdo de uma mensagem escrita no campo relativo ao destinatário e só se apercebem do erro no final.

Esta forma de organização de campos de formulários é propícia ao aparecimento de muitos erros na realização de tarefas por parte dos utilizadores, isto faz com que os utilizadores se sintam mais desconfortáveis com a utilização destas funcionalidades e consequentemente faz com que a utilizem menos.

## Controlo do Retorno Auditivo

Uma conclusão que nos saltou à vista durante as observações foi o facto de os utilizadores não sentirem um verdadeiro controlo sobre o retorno auditivo do dispositivo. Por diversas vezes os utilizadores quiseram alterar a velocidade de reprodução do retorno auditivo durante a realização de uma determinada tarefa e não foram capazes de o fazer. Esta situação foi particularmente preocupante na leitura de mensagens escritas.

Esta falta de controlo total sobre a forma como é feito o retorno auditivo do telemóvel contrasta com a forma livre como os utilizadores normovisuais fazem a utilização destes dispositivos e como desempenham as suas tarefas. Um utilizador normovisual lê a informação presente no ecrã do telemóvel à medida das suas capacidades e necessidades. Os normovisuais podem adquirir informação de um ecrã através de várias sacadas adicionando informação sucessivamente, alargando a sua fonte de conhecimento sobre um determinado ecrã, de modo a conseguirem mais facilmente determinar o contexto em que se encontram.

O TALKS reproduz as mensagens à velocidade que está configurada no telemóvel e de uma só vez sendo muito difícil para o utilizador conseguir fixar toda a mensagem no caso de esta ter um tamanho minimamente considerável. Havia também quem conseguisse alterar a velocidade de leitura do TALKS mas isso afectava a velocidade de leitura para todo o software, não era algo que fosse momentâneo, sendo o utilizador obrigado a alterá-la posteriormente para ter a velocidade pretendida no resto das funcionalidades.

Havia um utilizador que conseguia usar uma funcionalidade do TALKS, desconhecida pela maioria, que permitia ler a mensagem escrita, frase por frase. No entanto isto só era possível após uma primeira leitura rápida da mensagem. O facto de este utilizador ser amblíope não pode ser desprezado, pois consegue ter uma percepção extra que um utilizador cego não consegue, uma vez que possui uma capacidade residual de visão que os restantes não possuem.

## **Introdução de texto**

Outro dos problemas frequentemente salientado ao longo da fase de estudo foi o da introdução de texto. Em quase todas as ocasiões, sempre que era necessário introduzir um pedaço de texto, fosse para simplesmente associar um nome a um contacto ou para escrever uma mensagem deparamo-nos com dificuldades da maior parte dos utilizadores.

As dificuldades tanto eram com a introdução de caracteres especiais, acentuados ou pontuação como com escrita de palavras com erros ortográficos. Por um lado era complicado para certos utilizadores saberem onde se encontravam localizados determinados caracteres ou sinais ortográficos, como a pontuação, como também era comum escreverem palavras com erros ortográficos sem que se apercebessem dessa situação.

O sistema de introdução de texto padrão, o multi-tap, não está pensado para ser usado por utilizadores invisuais. A necessidade de ter sempre presente o mapeamento de todos os caracteres presentes no teclado, é muito penoso e difícil de conseguir. A alternativa será ouvir as indicações dadas pelo retorno auditivo do TALKS mas a informação que é fornecida deixa muito desejar, tornando-se muitas vezes difícil perceber a tecla que estamos a seleccionar e se ela já foi introduzida ou não.

A informação recolhida durante a realização desta etapa do nosso estudo permite-nos ter uma informação de cariz mais prático que pode ser complementada com a informação recolhida no decorrer das restantes etapas de estudo. Nesta etapa conseguimos obter algumas considerações bastante interessantes que juntamente com a restante informação nos vão permitir produzir um conjunto de guias que permitam realizar o desenho e concepção de interfaces para telemóveis tendo em conta as necessidades dos utilizadores invisuais.

### **3.3 Avaliação de Leitores de Ecrã por peritos**

Nesta etapa da nossa investigação foi realizada uma avaliação heurística, levada a cabo por peritos em usabilidade, de forma a podermos recolher mais informação e complementar os dados recolhidos nas restantes componentes do nosso estudo.

#### **A Avaliação Heurística**

A avaliação heurística é uma técnica de avaliação de usabilidade de interfaces, desenvolvida por Jakob Nielsen, sendo o método de avaliação de usabilidade de interfaces mais popular. A avaliação heurística é feita através de um processo iterativo e sistemático que avalia as características de usabilidade das interfaces em estudo. O objectivo deste tipo de avaliação consiste em encontrar problemas de usabilidade, resultantes de maus princípios de desenho, para que possa permitir uma reflexão e posterior inclusão num processo de redesenho iterativo de forma a corrigir os problemas encontrados.

Este tipo de avaliação destaca-se por ser um método barato, rápido e fácil de utilizar. É um método barato porque não precisa de laboratórios ou de algum equipamento especializado, bastando para o efeito umas folhas de papel e uma caneta para anotar os problemas encontrados. É um método rápido porque em geral demora menos de um dia a realizar, em oposição a testes de usabilidade padrão que podem demorar mais de uma semana. É um método fácil de utilizar porque pode ensinar-se em cerca de duas horas a qualquer pessoa, bastando para isso mostrar a lista de heurísticas existentes, explicar quais os aspectos que abordam e explicar o método de classificação de severidade dos problemas encontrados.

A avaliação heurística é realizada por um conjunto de avaliadores, peritos em avaliação heurística, que examinam a interface em causa e avaliam a sua conformidade com os princípios de usabilidade, as heurísticas propriamente ditas. Este grupo de peritos costuma ser tipicamente formado por um conjunto entre três e cinco elementos. Um único elemento, dificilmente conseguirá encontrar todos os problemas de usabilidade, tipicamente um grupo composto por até cinco elementos consegue encontrar cerca de 75%. A partir desta quantidade de elementos o incremento de problemas encontrado é muito pouco significativo tendo em conta o número de elementos envolvidos.

Este tipo de avaliação foi-nos dado a conhecer nas aulas de Interface Pessoa Máquina (IPM), leccionadas pelo Professor Joaquim Jorge, onde pudemos realizar várias avaliações

heurísticas de usabilidade. A realização deste leque de avaliações permitiu-nos confirmar a eficiência deste método na detecção de problemas de usabilidade originados por maus princípios de desenho levados a cabo durante as fases de concepção das interfaces em causa. Estas aulas possibilitaram, simultaneamente, a formação de um conjunto alargado de peritos em avaliação heurística, com diferentes níveis de experiência, dos quais me pude socorrer para realizar a análise pretendida nesta fase do nosso estudo.

## **A Avaliação do TALKS por Peritos**

Esta componente do estudo teve como grande objectivo possibilitar-nos um olhar mais crítico à usabilidade e funcionamento do leitor de ecrã e simultaneamente alargar os nossos horizontes de formar a complementar com diferentes perspectivas de observação e pontos de vista sobre a aplicação. Anteriormente a esta fase, tínhamos alguma informação recolhida sobre o funcionamento e potencialidades da aplicação bem como a visão que nos foi transmitida e que nos foi permitida observar junto dos utilizadores diários de leitor de ecrã, através da análise e observação de tarefas que realizámos.

Tendo em conta o tipo de informação que tínhamos reunido, foi importante recolher informação adicional junto de pessoas que por um lado são peritos em usabilidade e que tem experiência na realização deste tipo de análises e que por outro lado são pessoas com pouco ou nenhum conhecimento sobre leitores de ecrã e o seu funcionamento. Estes factos contribuem para que possa ser criada uma visão livre de pressupostos e uma análise mais fria e objectiva sobre o global funcionamento da aplicação.

Para conseguirmos estes objectivos recorremos então a uma avaliação heurística por se tratar de um método com um leque de vantagens que podem ser aproveitadas neste contexto. Entre outras vantagens, este tipo de avaliação, permite-nos uma rápida concretização do estudo, trata-se de um método que não carece de equipamento adicional para além do telemóvel (com TALKS instalado) a ser avaliado e um folha de papel onde se possam colocar os comentários e observações pertinentes. Estes aspectos permitem-nos realizar uma avaliação bastante rápida, eficaz e eficiente, tendo produzido resultados bastante satisfatórios.

Conforme referido anteriormente, seguimos as recomendações de Nielsen [41] para este tipo de avaliações, criando um grupo de avaliadores de dimensão não superior a cinco elementos. Neste caso optámos por realizar o nosso estudo com um grupo de avaliadores formado por quatro elementos.

As avaliações foram realizadas em sessões independentes e individuais, tendo demorado cada avaliação entre 45 minutos a um hora. Todos os avaliadores verificaram, individualmente, o cumprimento das dez heurísticas de usabilidade definidas por Nielsen, tendo todos eles encontrado um grosso de problemas comuns, acrescidos de alguns problemas diferentes entre si que posteriormente foram compilados em relatório.

As avaliações foram realizadas de acordo com um guião previamente fornecido que contemplava uma análise exploratória inicial seguida por uma fase de realização de tarefas de forma a cobrir alguns dos aspectos que já haviam sido detectados anteriormente como problemáticos e que pretendíamos que fossem observados de outro ângulo. A fase exploratória inicial foi feita livremente por cada um dos avaliadores tendo sido transmitidas alguma indicações sobre o funcionamento básico do telemóvel e do leitor de ecrã de forma a poder tirar maior partido das capacidades do dispositivo e obter uma avaliação mais aprofundada.

A avaliação decorrente da realização de tarefas teve a particularidade de ser feita alternadamente com o ecrã tapado e com o ecrã descoberto. Esta decisão teve como objectivo fazer com que os utilizadores detectassem as diferenças entre a informação obtida através de retorno visual, no ecrã, e a informação que transmitida através do retorno auditivo pelo TALKS.

Esta abordagem permitiu detectar algumas falhas e problemas de usabilidade inerentes ao próprio dispositivo e ao seu funcionamento normal e simultaneamente compreender as dificuldades e as deficiências do método de mapeamento de informação construída para um determinado canal e transmitida noutro completamente diferente.

Além desta vantagem, esta abordagem permitiu aproximar a experiência do avaliador à experiência que um utilizador cego tem quando interage com o telemóvel no seu dia-a-dia.

## **Principais problemas observados**

Esta avaliação permitiu detectar um conjunto de problemas que, na sua génese, se reflectiam como sendo falhas de usabilidade que condicionavam severamente a experiência de utilização do telemóvel com leitor de ecrã.

Em seguida apresentamos um resumo das principais falhas detectadas, fazendo um paralelismo com as heurísticas de Nielsen não respeitadas e respectiva consequência.

### **Ecrã inicial**

Sempre que um utilizador chega ou retorna ao ecrã inicial, o TALKS, lê toda a informação presente no ecrã. Neste ecrã está contida a informação referente ao operador, data e hora actual e quais as acções disponíveis de realizar através das opções disponibilizadas nos cantos inferiores do ecrã.

Esta informação apenas deveria ser disponível quando fosse solicitada pelo utilizador. O utilizador não controla nem exerce o livre-arbítrio como aconselha a heurística número três de Nielsen. A disponibilização de toda esta informação de cada vez que estamos presentes neste ecrã vai contra a recomendação de desenho estético e minimalista onde o utilizador está sempre a ser confrontado com informação pouco relevante.

## Menus e Navegação

Quando um utilizador navega nos menus, o TALKS, apenas informa de qual o posicionamento de uma determinada opção na lista de opções quando entramos no menu ou voltamos a ele. Se por algum navegarmos pelas opções de um menu, o leitor de ecrã, deixa de nos indicar por exemplo que estamos na opção 4 de 12.

Uma vez mais o estado do sistema não é visível, pois não sabemos toda a informação necessária para aferir o estado em que nos encontramos. Além disso, este comportamento, não respeita a heurística que indica que o sistema deve ter consistência e aderência a normas e não deve ter comportamento diferentes para situações idênticas. A ausência da informação complementar sobre o menu leva, por exemplo, a que possamos dar um volta completa ao menu sem nos apercebermos desse facto. Para isso teríamos de nos lembrar que já tinha navegado por uma determinada opção e em vez de o reconhecermos facilmente através da indicação do índice da lista de opções de um determinado menu.

Dentro dos menus é também frequente perdermos a noção do contexto pois, não temos a noção de caminho. Apenas é informado ao utilizador qual o nome do menu da primeira vez em que entramos nele mas nunca nos é transmitida mais informação sobre o estado actual, nem de onde viemos.

Quando navegamos pelas opções de um determinado menu, por vezes, é-nos dada a indicação que existe um submenu. Esta informação compete directamente com o conteúdo e dificulta ainda mais a tarefa de navegação.

O desenho deve ser minimalista, estando a informação sobre o submenu apenas disponível caso o utilizador a solicite.

Sempre que o leitor de ecrã lê as opções associadas aos cantos inferiores do ecrã refere-se às teclas 1 e 2. Mais que um dos avaliadores interpretou essas teclas como sendo as teclas do teclado alfanumérico do telemóvel. Na realidade as teclas em causa são as teclas dos cantos superiores do teclado, o que provavelmente poderiam ser consideradas teclas de opção 1 e 2 ou mais correctamente tecla esquerda e tecla direita de opção.

Este comportamento vai contra a heurística que recomenda que o sistema deve falar a linguagem do utilizador. Este facto contribui para que o utilizador cometa mais erros.

## Abreviaturas, designações e sinais gráficos

Todo o sistema está repleto de abreviaturas que não fazem sentido numa comunicação oral, pois não respeitam a heurística de indica que o sistema deve falar a linguagem do utilizador. O sistema usa, por exemplo, abreviaturas como “cx” par caixa ou “do” para designar um domingo.

Existem diversas designações pouco familiares para determinadas coisas e mais grave ainda é o facto de diversas vezes existirem designações distintas para se referir exactamente à mesma

coisa. No sistema é mencionado, por exemplo, “msg”, “msg curtas”, “sms”, “mensagens escritas” ou simplesmente “mensagens” para referir exactamente a mesma coisa. Uma vez mais além de não falar a linguagem do utilizador não é consistente.

Outra característica também bastante presente ao longo de todo o sistema é a utilização de sinais gráficos como pontuação, parêntesis e informações desta natureza que apenas fazem sentido numa comunicação gráfica. Este tipo de sinaléticas não devem ser transportadas para o canal auditivo. Neste caso estamos perante uma situação em que o sistema não fala a linguagem do utilizador. Por exemplo o sistema “abrir parêntesis um barra sete fechar parêntesis” quando deveria dizer qualquer coisa como “um de sete”. No caso das horas lê “dez dos pontos quinze” quando deveria dizer qualquer coisa como “dez horas e quinze minutos”.

## Formulários

Sempre que um utilizador está perante um formulário de preenchimento de conteúdo, o TALKS, dá-nos a indicação “texto” como sendo para introduzir texto, no entanto por vezes o formulário em causa não se destina à escrita de texto mas sim de dígitos. Este facto vai contra a recomendação para prevenção de erros e demonstra que o sistema não fala a linguagem do utilizador.

Quando um utilizador chega a um formulário onde são necessários preencher vários campos, o sistema disponibiliza demasiada informação desnecessária e não disponibiliza informação que possibilite ao utilizador saber o tipo de conteúdo que deve introduzir num determinado campo de um formulário bem como quais são os campos presentes no formulário onde se encontra.

Neste caso o sistema não oferece um desenho minimalista e não fornece ajuda e documentação que permita auxiliar o utilizador na sua tarefa de preenchimento do formulário em causa. O método de sair e voltar a entrar também funciona mas não é eficiente tal como sugere a heurística que aconselha flexibilidade e eficiência no sistema.

Em alguns formulários só obtemos a informação sobre o conteúdo que acabámos de introduzir depois de sairmos desse campo e voltarmos novamente a ele. Deveria existir uma forma simples e directa de o utilizador poder saber o conteúdo que acabou de introduzir de forma a evitar erros e para que o utilizador possa ter sempre presente o estado do sistema.

## Introdução de texto

Este é um dos aspectos que tem mais falhas em todo o processo de interacção entre utilizador e dispositivo. A usabilidade da introdução de texto deixa muito a desejar podendo tornar-se um verdadeiro quebra-cabeças para os utilizadores.

O método de introdução de texto padrão, multi-tap<sup>6</sup>, dificulta muito a sua utilização por parte dos utilizadores invisuais, pois o tempo de aceitação de cada tecla é muito curto. O tempo de aceitação é idêntico ao tempo que o sintetizador demora a fornecer a informação sobre o carácter seleccionado. Este facto faz com que, muitas vezes, o utilizador acabe por escrever um determinado carácter quando apenas pretendia saber se o carácter seleccionado era o pretendido para poder passar ao próximo carácter.

Esta situação faz com que os utilizadores invisuais sejam, quase, obrigado a decorar a disposição dos caracteres pelo teclado, sabendo a que tecla cada carácter está associado e quanta vezes é necessário carregar em determinada tecla até se atingir a tecla pretendida. Além de serem obrigados a memorizar esta informação são também obrigados a ter a destreza necessária para conseguir recordar toda esta informação a cada carácter que pretendem introduzir. Variando os tempos de aceitação de carácter entre a 1 a 2 segundos, estamos a falar de uma de um nível de destreza bastante elevado, sobretudo se tivermos em conta os utilizadores noviços.

Esta situação torna-se ainda mais complicada quando os utilizadores pretendem introduzir caracteres especiais, que são usados com menor frequência e que por esse motivo estão colocados nas posições mais avançadas da lista de caracteres associados a cada letra.

Além deste problema, de elevada severidade, existe ainda uma questão complementar que dificulta em muito a correcta introdução de texto. Quando introduzimos um carácter não nos é dada nenhuma mensagem que informe que o carácter foi introduzido. Por exemplo, ao tentar encontrar um “á” posso dar uma volta completa à lista de caracteres disponíveis através da tecla 2 do telemóvel, voltando à letra “a”, ou simplesmente introduzir um novo carácter “a” porque a informação é exactamente a mesma.

Estes tipos de erro, normalmente, só são perceptíveis quando o leitor de ecrã lê uma palavra, após a introdução de um espaço. Nessa instância o erro poderá ser perceptível e estiver foneticamente incorrecto, caso contrário o utilizador nunca se irá aperceber desse facto. Se o utilizador introduzir a palavra “bbaarcoo” foneticamente vai-lhe soar a “barco” e como tal não tem forma de detectar um erro ortográfico.

Todas as questões aqui descritas violam com elevada severidade algumas das heurísticas de usabilidade. O estado do sistema é normalmente pouco claro, não sabendo o utilizador onde e o que está a escrever. O utilizador não exerce o livre-arbítrio, pois tem de fazer a introdução de caracteres de acordo com o ritmo de aceitação de caracteres estabelecido pelo multi-tap que não está pensado para retorno auditivo. Este método de introdução de texto, fomenta a ocorrência de erros até como forma de aprendizagem. Muitas vezes os utilizadores são

---

<sup>6</sup>**Multi-tap:** Método de introdução de texto que associa uma lista de caracteres a cada tecla do telemóvel. O utilizador vai pressionando sucessivamente a mesma tecla de forma a percorrer a lista de caracteres disponível. Ao fim de um determinado tempo de aceitação o carácter seleccionado é introduzido no texto.



obrigados a cometer erros para compreender a acção que realizaram e o estado do sistema. Esta forma de introdução de texto fomenta a lembrança, pois obriga a ter um mapeamento mental de todos os caracteres disponíveis e quais as teclas onde se encontram. Este sistema claramente não ajuda o utilizador a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros. Todo este processo parece ser completamente alheio a esta prática. Por fim, o fornecimento de ajuda e documentação é manifestamente reduzido ou inexistente consoante as situações.

Como se pode constatar das dez recomendações feitas pelas heurísticas de Nielsen, este método de introdução de escrita viola pelo menos seis delas. Para acrescentar a estes problemas descritos na introdução de texto, existe ainda outro relacionado com acção de apagar um carácter, que vem piorar ainda mais este cenário.

Quando um utilizador tenta apagar uma letra, carrega na tecla de apagar e o leitor de ecrã, lê o carácter à direita do cursor e não o carácter à esquerda, aquele que vou realmente apagar. Esta situação é ainda mais preocupante quando eu pretendo apagar uma letra no meio de uma palavra. Se eu pretender eliminar a letra “a” da palavra “barco”, ao recuar com o cursor, o TALKS, vai-me dar o seguinte retorno à medida que vou recuando “espaço” (caso tenha um espaço à frente da palavra), “o”, “c”, “r”, “a”. Neste momento, ao carregar na tecla de apagar irei apagar a letra “b” convencido que estou a apagar a letra “a”. O utilizador só se aperceberá deste facto quando avançar com o cursor até ao final da palavra e ela for lida novamente. Caso contrário o erro irá permanecer por detectar.

Nesta situação, o TALKS, não respeita a consistência e aderência a normas, pois exhibe exactamente o mesmo comportamento para situações opostas. Claramente não evita erros, antes pelo contrário fomenta a sua existência. Caso o utilizador pretenda evitar erros terá de recorrer ao princípio da lembrança em vez do aconselhado reconhecimento. Depois de introduzir o carácter, o leitor de ecrã, em nada ajuda o utilizador a detectar o erro que acabou de cometer.

## **Realização de chamadas telefónicas**

No ecrã inicial, quando começamos a digitar um número de telefone para realizar uma chamada, o TALKS, lê toda a informação disponível no ecrã intercalando a informação relativa ao operador, data e hora, com o dígito que acabámos de marcar concatenando isto tudo com a descrição das acções associadas aos botões nos cantos inferiores do ecrã. Esta situação apenas se verifica para o primeiro dígito marcado mas é suficientemente preocupante para ser realçada.

Esta situação viola a heurística que refere que o estado do sistema deve permanecer sempre visível. O utilizador permanece na dúvida se ainda se encontra no ecrã principal ou se já está a marcar um número, isto faz com que o utilizador seja tentado a marcar novamente o primeiro número pois não sabe se o fez correctamente ou não. Esta situação potencia o erro violando a heurística que recomenda que se evitem os erros.

Depois do utilizador marcar o número de telefone pretendido, para realizar uma chamada, e carregar na tecla verde para começar a realizá-la, o TALKS, não informa o utilizador que a chamada está a ser realizada nem qual o número que está a ser marcado. A informação que está indicada no ecrã que “A chamar” e onde contém o número para onde o utilizador está a ligar, não é indicada de forma nenhuma pelo leitor de ecrã.

O utilizador só se apercebe que a chamada está a ser realizada quando houve o sinal de chamar. Uma vez mais não temos presente o estado do sistema o que faz com que o utilizador possa causar erros graves como realizar uma chamada sem querer realmente fazê-lo ou ligar para o número errado e só se aperceber desse facto após alguém atender do outro lado da linha.

### **Recepção de Chamadas Telefónicas**

Quando o utilizador recebe uma chamada telefónica no seu telemóvel, este apenas é informado de que o telefone está a receber uma chamada por intermédio do toque do telefone, através de vibração ou pelos dois em conjunto. Se o utilizador quiser saber quem é o autor da chamada que está a receber torna-se muito complicado de saber. Não existe qualquer indicação por parte do telefone que diga quais as acções que pode realizar quando recebe uma chamada telefónica.

Esta situação viola a heurística que aconselha que se deve dar ajuda e documentação ao utilizador. Este tipo de situação também potenciador de erros, pois o utilizador sem saber como agir pode atender ou rejeitar a chamada sem o pretender fazer.

Existe, no entanto, uma tecla que permite identificar o autor da chamada mas que na realidade serve também um outro propósito: é tecla do silêncio. Essa tecla quando pressionada identifica o nome de quem está a realizar a chamada, caso ele faça parte da lista de contactos do utilizador, ou indicado o número de telefone de contacto. No entanto esta informação é apenas disponibilizada uma vez. O utilizador não pode ouvir os dados do remetente mais que uma vez e a partir do momento que o faça deixa de ter qualquer retorno sobre o estado da chamada, o telemóvel deixa de tocar e/ou vibrar.

Esta situação é uma clara quebra das regras heurísticas, inviabilizando a informação sobre o estado do sistema quando deixa de tocar e/ou vibrar, o utilizador não controla nem exerce livre arbítrio, pois se pretender ouvir a informação do remetente por mais do que uma vez não o pode fazer e se pretende saber quem o está contactar e posteriormente retirar o som ao telefone não o pode fazer.

Se o utilizador receber uma chamada e não a atender em seguida o sistema informa que temos uma chamada não atendida para consultar, no entanto, não indica nenhuma instrução relativamente às opções que posso realizar com essa informação. Este é um aspecto que é claramente recomendado pela heurística de disponibilização de ajuda e documentação.

## Envio de Mensagens

No envio de mensagens, o processo, é um pouco confuso devido à junção do envio de mensagem à sua escrita. Neste aspecto deveria haver um desenho minimalista que permitisse ter um formulário onde apenas se escrevesse o conteúdo da mensagem e depois de estar escrita, avançar para outro formulário onde escreveria o(s) destinatário(s).

Após a selecção do destinatário o envio da mensagem deveria estar à distância de um clique mas não é assim que acontece. Depois de introduzido o destinatário, o utilizador, tem de percorrer uma série de ecrãs até enviar a mensagem. Neste aspecto é necessário um pouco mais de flexibilidade e sobretudo de eficiência.

Após estarmos no ecrã de escrita de mensagem o estado é pouco visível nomeadamente no que diz respeito à linha em que nos encontramos a escrever e quais estão para trás uma vez que o TALKS apenas lê a linha em que nos encontramos actualmente. O utilizador facilmente perde a noção do todo tendo apenas consciência de segmentos de frases e não das frases inteiras ou de toda a mensagem.

O utilizador deveria poder exercer livre-arbítrio, navegando entre as várias linhas da mensagem, ouvindo o seu conteúdo palavra a palavra, frase a frase ou por inteiro de acordo com a sua preferência. Desta forma o utilizador conseguiria ter o estado do sistema presente e permita-lhe fazer reconhecimento do que já havia escrito em detrimento de ter de lembrar da mensagem toda de cor.

## Leitura de Mensagens

Não existe controlo sobre a leitura da mensagem. Um utilizador quando abre uma mensagem ela é automaticamente lida toda de seguida, sendo apenas possível voltar a lê-la de novo por inteiro. Não é possível ler apenas uma determinada frase ou palavra. Neste aspecto o utilizador não exerce livre-arbítrio. Esta ausência de controlo sobre a leitura de uma mensagem faz com que o utilizador, geralmente, fique com uma ideia do conteúdo da mensagem mas não saiba o seu conteúdo com exactidão. Neste caso estamos a falar da inversão do princípio de lembrança em detrimento do reconhecimento.

Ao entrar no detalhe de uma mensagem para aceder ao seu conteúdo sou novamente informado do remetente da mensagem bem como a data de recepção da mesma. Esta informação já se encontra disponível no resumo da mensagem, da lista de mensagens, dentro da caixa de entrada onde se encontram as mensagens recebidas ou na informação disponibilizada no evento de recepção de uma nova mensagem. Dessa forma, não faz sentido repetir informação que já possuímos baralhando-a com o conteúdo da mensagem.

Nesta situação o desenho deve ser minimalista de forma a fornecer-nos apenas a informação relevante, podendo a restante informação ser consultada posteriormente.

## 3.4 Guias de Desenho

Após uma análise de toda a informação anteriormente recolhida compilámos um conjunto de guias de desenho que acreditamos que poderão contribuir positivamente para o desenho e concepção de interfaces para dispositivos móveis tendo em conta as necessidades especiais dos utilizadores cegos e amblíopes.

As guias de desenho procuram reflectir uma série de princípios conceptuais de desenvolvimento de interfaces, juntando informação proveniente de boas práticas como as heurísticas de usabilidade de Nielsen e informação resultante da pesquisa realizada neste estudo. Toda a informação reunida foi adaptada às necessidades especiais deste tipo de população em concreto.

### Estado do Sistema e Contexto

Deve ser sempre dado a conhecer aos utilizadores o local onde se encontram e qual o estado actual do sistema. Esta informação deverá ser retransmitida a cada vez que existir uma alteração. Quando existir uma alteração de estado os utilizadores deverão ser devidamente informados da respectiva transição. O utilizador deverá ter conhecimento deste tipo de informação de uma forma sucinta e faseada, de maneira a que o utilizador possa compreender as diferenças entre os diferentes tipos de informação e para que informação relevante não compita com informação secundária.

Deverá igualmente existir uma forma simples e prática de o utilizador poder consultar o estado do sistema e compreender o respectivo contexto, de cada vez que sinta essa necessidade.

Os utilizadores deverão ser informados de quais as acções que poderão realizar em determinado estado (ecrã) do sistema. Estas indicações poderão ser transmitidas após a alteração de estado e deve também poder ser consultadas posteriormente sempre que o utilizador sinta essa necessidade.

### Linguagem correcta e adaptada ao canal que vai ser utilizado

A linguagem utilizada ao longo do sistema deve ser consistente, utilizando sempre a mesma terminologia e não utilizar variações de termos para referir a mesma coisa. Os termos utilizados ao longo do sistema devem ser termos o mais próximo possível do mundo real e evitar a utilização de termos técnicos para que o utilizador se sinta sempre identificado com a linguagem utilizada.

Devem ser evitadas todas as especificidades da comunicação escrita e que não têm correspondência directa para com a comunicação oral. Não devem ser utilizadas abreviaturas, sinais gráficos sem significado oral como por exemplo os parêntesis. Deve ser adoptada a utilização de ícones sonoros que permitam ao utilizador facilmente identificar o contexto em que se encontra.

## **Controlo total sobre retorno auditivo**

O utilizador deverá ter total controlo sobre o retorno auditivo do seu dispositivo. Deverá ser possível ao utilizador mudar a velocidade e volume do retorno auditivo de uma forma rápida e ágil independentemente do contexto em que se encontrar.

O utilizador deverá poder ser capaz de ler o conteúdo de um determinado ecrã de acordo com as suas necessidades. Deverá ser possível alternar entre a uma leitura sequencial de texto, leitura frase por frase, palavra por palavra ou letra por letra. O utilizador deverá ser capaz de facilmente escolher qual a porção de texto a ser reproduzida, podendo avançar, recuar, subir ou descer de forma arbitrária.

## **Atalhos e navegação alternativa**

Deverá ser possível aos utilizadores acederem a toda e qualquer funcionalidade sem ter como barreira a navegação. Deverão existir “atalhos” que permitam um acesso rápido a qualquer funcionalidade ou um método de navegação alternativa que permita alcançar rapidamente uma determinada funcionalidade sem ter passar pela tradicional navegação dentro de menus.

## **Ajuda contextual**

O utilizador deverá poder recorrer a um mecanismo de ajuda contextual que lhe permita compreender o leque de funcionalidades que tem ao seu dispor no telemóvel. Através deste método o utilizador poderá obter uma listagem com um catálogo de funcionalidades que lhe permita obter uma representação da arquitectura de informação do sistema e para que consiga ter uma visão de conjunto sobre o sistema.

Cada funcionalidade deverá também ser acompanhada com uma breve descrição, que o utilizador poderá consultar, de forma a ter uma ideia geral do funcionamento da funcionalidade em causa. Além da descrição, cada acção em particular deverá também possibilitar, ao utilizador, a consulta das instruções de utilização para que possa facilmente aprender a funcionar com a funcionalidade e para que tenha um rápido acesso ao modo de funcionamento no caso de se ter esquecido.

Esta funcionalidade terá particular importância no preenchimento de formulários onde o utilizador normalmente só tem consciência do tipo de campos e conteúdo a preencher após dar início ao preenchimento da informação. Deverá ser possível ter uma descrição breve de quais os campos presentes em cada formulário e qual o tipo de informação que se deve introduzir nos mesmos.

## **Auxílio à introdução de texto**

Deverá existir um método que auxilie o utilizador na introdução de texto particularmente na introdução de caracteres acentuados ou caracteres especiais. O método utilizado actualmente é muito pouco eficiente e é potenciador de muitos erros. Deverá existir um método de

introdução de texto pensado para utilizadores cegos e cujo seu funcionamento seja pensado com base numa interface auditiva em detrimento de uma interface visual.

Este método de deverá possuir um mecanismo que minimize a ocorrência de erros ortográficos.

## 4. Propostas de Solução

---

Durante a fase de estudo foi-nos permitida a recolha de muita informação, proveniente de variadas fontes, que nos levou à descoberta de uma série de problemas presentes no funcionamento dos leitores de ecrã em dispositivos móveis.

Estes problemas encontrados criam um vasto leque de dificuldades aos utilizadores que usam telemóveis com leitores de ecrã. As dificuldades têm maior ou menor impacto, junto dos utilizadores, consoante a sua experiência de utilização e capacidade de adaptação e utilização de novas tecnologias.

Os problemas presentes neste tipo de solução levam a quem muitos utilizadores adoptem uma postura defensiva perante a utilização dos seus dispositivos, utilizando apenas um leque restrito de funcionalidades. Tomar esta atitude defensiva ou recorrer, por vezes, ao auxílio de normovisuais para realizar determinadas tarefas é considerado por muitos destes utilizadores como aceitável. Esta situação leva a que os utilizadores não explorem as capacidades dos seus telemóveis nem tirem partido de todas as suas funcionalidades.

Apesar dos problemas encontrados no funcionamento dos leitores de ecrã, estes acabaram por dar um forte contributo aos utilizadores cegos e amblíopes na utilização de telemóveis pois anteriormente à sua utilização o leque de funcionalidades e tarefas realizadas nos telemóveis era ainda mais reduzido. Devido a estes factos, os utilizadores invisuais têm um sentimento de reconhecimento perante o contributo deste tipo de solução o que os impede de ser tão exigentes ou críticos como seria um utilizador normovisual.

O facto destes utilizadores, só recentemente terem acesso a este tipo de solução e de só recentemente poderem tomar consciência de todo um novo mundo de funcionalidades que antes lhes era negado impede que tenham expectativas muito elevadas em relação ao funcionamento dos telemóveis optando, muitas vezes, por imputar a responsabilidade da incapacidade de realização de determinadas tarefas a si próprios. Os utilizadores pensam, muitas vezes, que são eles que não conseguem aprender a funcionar com o dispositivo e não o dispositivo que não é capaz de lidar com as suas necessidades especiais.

Esta situação resulta do facto destes utilizadores apenas terem conhecimento do seu mundo e não estarem familiarizados com o funcionamento de um telemóvel, em condições normais, por parte dos utilizadores normovisuais. Nesse sentido torna-se bastante complicado, para estes utilizadores, perceber os reais problemas que este tipo de solução apresenta.

A grande maioria dos problemas encontrados, ao longo da realização do nosso estudo, prende-se com maus princípios de desenho onde normalmente toda a concepção da interface é pensada através de transformação de algo que foi pensado para funcionar através de comunicação maioritariamente visual em algo que terá de funcionar através de comunicação

auditiva. Esta transformação é feita sem qualquer tipo de adaptação ou conversão das necessidades de um canal para outro. Note-se que muitos destes problemas advêm do próprio sistema operativo e aplicações do telemóvel e não do leitor de ecrã em si, mas fica patente que a simples substituição da informação dada textualmente pela sua representação auditiva é insuficiente e inadequada.

Nesse sentido, e com base em toda a informação recolhida, produzimos uma lista de guias de desenho que poderão auxiliar no desenvolvimento e concepção de interfaces para telemóveis para utilização por deficientes visuais.

Com base nestas guias de desenho produzimos alguns protótipos que pretendem dar resposta a alguns dos problemas encontrados durante a realização do estudo. Estes protótipos visam, por um lado, propor uma nova abordagem para resolver determinados tipos de problema, por outro, apresentam alternativas aos utilizadores para que possam alargar a sua base de conhecimento sobre potenciais alternativas ao funcionamento dos sistemas que utilizam no seu dia-a-dia.

Estas soluções foram testadas com utilizadores permitindo-nos comparar o desempenho dos utilizadores no uso destas soluções, por nós propostas, com o desempenho dos utilizadores na utilização da solução TALKS. Para este efeito propusemos a realização de algumas tarefas em ambos os dispositivos, medindo o desempenho dos utilizadores para posterior comparação.

No final da realização de cada uma das tarefas foi realizado um pequeno inquérito de satisfação onde foi possível obter a opinião dos utilizadores sobre as soluções propostas.

## **4.1 Protótipos desenvolvidos**

Com base nas guias de desenho, construídas anteriormente, juntando à informação referente aos problemas encontrados, conseguimos construir alguns protótipos de forma a poder testar possíveis formas de solucionar parte dos problemas encontrados durante a fase de estudo.

Decidimos pegar nos temas criados para elaboração das guias de desenho e criar algumas soluções que resolvessem alguns dos problemas encontrados. Estas soluções passaram por desenhar novamente alguns dos processos presentes no telemóvel respeitando as indicações por nós sugeridas.

Para este efeito criámos vários protótipos onde foi posteriormente solicitado, aos utilizadores, que realizassem um conjunto de tarefas representativas dos problemas encontrados. Estas tarefas foram realizadas tanto nos nossos protótipos como num telemóvel com o sistema TALKS.



## Pesquisa de Aplicações

Um problema que detectámos na fase de realização de tarefas foi o facto de as pessoas sentirem bastantes dificuldades em encontrar uma aplicação que não utilizavam regularmente e/ou uma aplicação que não sabiam exactamente onde se encontrava dentro da estrutura hierárquica dos menus do telemóvel. Nesse sentido surgiu a ideia criar uma solução que permitisse a pesquisa de aplicações, transversalmente a todo o menu, para que o utilizador não sentisse a necessidade de ter presente a organização do menu quando tivesse de procurar uma determinada aplicação.

Outro problema com que nos deparámos durante a fase de estudo foi que, conforme o telemóvel, a mesma funcionalidade ou funcionalidades possuíam nomes distintos. Esse era um dos motivos pelos quais os utilizadores não conseguiam encontrar facilmente o que pretendiam pois, nem sempre se recordavam do nome da funcionalidade em questão. De forma a mitigar este problema resolvemos adicionar uma lista de termos associados a cada funcionalidade de forma a poder dar uma maior taxa de retorno à pesquisa

O modo de funcionamento desta funcionalidade foi previamente explicado aos utilizadores, explicando que seria possível pesquisar pelo nome ou termo associado a uma aplicação e qual a tecla a usar no caso de pretender utilizar essa funcionalidade. Neste caso a tecla utilizada foi o “\*”. Depois de pressionar a tecla “\*” surgiria no telemóvel um caixa de texto onde o utilizador deveria introduzir o texto que pretendia procurar.

Esta alteração ao estado do sistema é prontamente assinalada através pelo sintetizador de voz transmitindo uma mensagem indicando “pesquisa de aplicações”. À medida que um utilizador fosse introduzindo texto nesta caixa de pesquisa de texto, a informação era transmitida ao utilizador, onde o sintetizador de voz lia letra a letra, um funcionamento idêntico ao do TALKS e ao funcionamento presente no resto do telemóvel.

Após introduzir o texto pretendido, o utilizador, pressionaria a tecla “enter” de forma a realizar a pesquisa. A sua acção seria assinalada pelo telemóvel, indicando qual a acção que tinha acabado de realizar juntamente com o texto que estava a pesquisar: “A procurar [texto pretendido] ”. Enquanto a pesquisa estava a ser realizada o sintetizador informava desse estado através da mensagem “A procurar”. Esta mensagem era reproduzida ciclicamente, mediante um intervalo de tempo previamente configurado, informando que a pesquisa ainda se encontrava a ser realizada.

Após a pesquisa ter sido processada internamente, o telemóvel informava o utilizador do resultado da sua pesquisa. Caso não existissem resultados o nosso sistema informaria o utilizador através da seguinte mensagem: “zero resultados”. No caso de existirem resultados para a pesquisa efectuada o utilizador seria informado, disponibilizando o número de resultados: “[x] resultados encontrados”.

Em seguida era transmitida uma pequena mensagem de forma a indicar ao utilizador como navegar na pesquisa: "Utilize as setas para cima e para baixo para navegar nos resultados". A navegação na lista de resultados era idêntica à navegação na lista de opções do menu. Esta semelhança foi mantida para que o utilizador pudesse reconhecer facilmente o seu funcionamento através do funcionamento a que já está habituado.

A única alteração que foi feita ao funcionamento desta listagem foi a manutenção do índice da lista ao longo de toda a aplicação. À medida que o utilizador ia navegando ia ouvindo a mensagem "[Aplicação xpto] [x] de [y]". Para seleccionar uma aplicação bastaria ao utilizador recorrer à tecla "enter".

Esta solução visou apenas uma pequena alteração de forma a poder ser uma alternativa de navegação, uma forma de atalhar o acesso a determinadas aplicações, mas nunca pretendeu substituir o método de navegação tradicional. O objectivo foi fornecer um método adicional ao utilizador para que ele possa escolher qual o método que lhe é mais prático e eficaz consoante a situação. A ideia foi munir o utilizador de maior flexibilidade no que diz respeito às suas acções. Seria deixado ao critério do utilizador a possibilidade de utilizar um ou outro método.

## **Pesquisa de Mensagens**

Outro problema com que nos deparámos ao longo da realização da nossa fase de estudo prévio foi a existência de algumas dificuldades na navegação de listas de informação sobretudo nos casos em que essas listas possuíam bastantes registos. Uma situação onde tipicamente acontecia esta situação era na lista de mensagens.

Um utilizador para conseguir encontrar uma determinada mensagem, na sua caixa de entrada, teria de percorrer todas as mensagens uma por uma até encontrar a mensagem pretendida. O facto de saber o nome do autor ou parte do seu conteúdo não lhe trazia qualquer vantagem pois não tinha forma de filtrar a lista mensagens usando essa informação. Foi neste contexto que surgiu a ideia de criar um método de pesquisa de mensagens.

Este método de pesquisa é semelhante, no seu funcionamento, ao método de pesquisa de aplicações. No entanto como se trata de uma pesquisa contextual permite tratar a pesquisa de mensagens de uma forma distinta da forma como trata uma pesquisa de aplicações ou funcionalidades. Enquanto no método de pesquisa de aplicações, o nosso sistema, tira partido da existência de termos associados a cada aplicação para tentar obter um resultado mais preciso para a pesquisa, neste contexto a pesquisa é feita tendo em conta o nome do remetente da mensagem e/ou o seu conteúdo.

Foi também pensada a hipótese de incluir a pesquisa por data mas não foi implementada por ser informação de natureza diferente implicando outro tipo de formulário de pesquisa. Além disso ao pesquisar por data o mais certo seria pretender pesquisar por um determinado intervalo de datas o que tornaria o formulário de pesquisa ainda mais complexo. Optámos por

não implementar esta funcionalidade pois pretendíamos flexibilidade mas simultaneamente simplicidade e um método de fácil aprendizagem.

Uma solução alternativa à utilização de datas no campo de pesquisa seria a ordenação dos resultados da pesquisa por data. Esta ordenação poderia ser realizada de ascendente ou descendente. Esta ordenação seria válida tanto para datas como remetentes de mensagens. Esta ordenação não foi implementada para uma vez mais não adicionar complexidade ao processo. No entanto é um conceito que poderá ser explorado para utilizações por parte de utilizadores experientes.

Tal como referido o funcionamento da pesquisa de mensagens era em tudo idêntico ao de pesquisa de aplicações. A pesquisa poderia ser realizada a partir do menu de mensagens, sendo a pesquisa feita em todas as pastas, ou por exemplo dentro da caixa de entrada, pesquisando apenas nesse contexto.

As mensagens de estado eram também semelhantes às mensagens da pesquisa de aplicações. Era transmitida a mensagem “pesquisa de mensagens” quando pressionávamos a tecla “\*”. Posteriormente éramos informados do texto à medida que ia sendo introduzido. Depois de pressionar a tecla “enter” para realizar a pesquisa éramos informados “A procurar [texto pretendido] ”. Enquanto a pesquisa estava a ser realizada o sintetizador informava desse estado através da mensagem “A procurar”. Depois de terminar a pesquisa, o nosso sistema, informava da quantidade resultados encontrados.

A navegação na lista de resultados era feita através dos cursores do teclado. A lista de resultados era igualmente apresentada de acordo com a lista de mensagens presente na caixa de entrada de mensagens do telemóvel. Era disponibilizado o nome do remetente, um breve resumo do conteúdo da mensagem (cerca de 30 caracteres) e a data de recepção da mesma.

Era também informado o índice a que correspondia a mensagem seleccionada na lista de resultados obtidos. Esta informação, ao contrário do TALKS, era sempre mantida ao longo da navegação. Para seleccionar uma mensagem para a ler na íntegra, bastava utilizar a tecla “enter”. Caso a mensagem não fosse a pretendida pelo utilizador, este poderia retroceder à lista de resultados, bastando para isso sair da mensagem em que se encontrava.

Além destes dois protótipos que permitiram testar algumas tarefas em concreto, foram criadas uma série de outras soluções e colocadas juntamente com estes protótipos.

## **Soluções transversais**

Algumas das funcionalidades transversais que foram introduzidas nos protótipos descritos anteriormente foram a ajuda contextual, a presença de teclas especiais, a presença de índices em listas e a correcção ortográfica e fonética.

Ao longo de todo o sistema introduzimos o funcionamento de duas teclas especiais, que continham sempre o mesmo significado, sendo adaptadas ao contexto. Uma das teclas foi a “\*” que permitia a pesquisa contextual em cada ecrã. Um exemplo prático dessa funcionalidade foi a pesquisa de aplicações e de mensagens.

Outra tecla especial igualmente presente ao longo de todo o sistema foi a #. Esta tecla possibilitava a ajuda contextual, indicando informações como o estado, contexto, uma breve descrição das funcionalidades e o seu modo de funcionamento.

Ao longo de todo o sistema mantivemos sempre presente a informação relativa aos índices da lista de opções. Apercebermo-nos que era bastante útil, ao utilizador, ter sempre presente a opção em que se encontra, saber se já deu uma volta completa à lista de opções ou se ainda faltam muitas opções para chegar ao final de uma determinada lista.

Decidimos também introduzir uma funcionalidade que permitisse não só lidar com erros ortográficos mas sobretudo com erros fonéticos. Toda a introdução de texto passava por uma filtragem onde eram limpos os caracteres especiais das palavras onde eram comparados com os termos presentes no sistema, também eles sem caracteres especiais. Esta alteração foi feita para efeitos de pesquisa. A procura por “joão” ou “joao” retornaria os mesmos resultados.

Além da filtragem de caracteres especiais, implementámos também um sistema que pudesse fazer substituição de caracteres ou combinações de caracteres pelos seus equivalentes fonéticos. Por exemplo, durante a fase de estudo foi comum vermos utilizadores escreverem o “gonçalves” como “goncalves” ou “gonssalves”. A primeira opção era feita por se tratar da palavra mais próxima em termos de ortográficos, já a segunda era escolhida devido às suas semelhanças fonéticas. No primeiro caso uma simples filtragem de caracteres especiais resolveria a ambiguidade, já no segundo caso isso não foi possível. Foi então que surgiu a ideia da filtragem fonética.

A filtragem fonética consistia simplesmente numa substituição de algumas combinações fonéticas que pudessem ter representações ortográficas distintas. Esta alteração foi idealizada a pensar na pesquisa onde uma pequena alteração como estas pode ter um impacto enorme em termos de qualidade dos resultados.

Além desta filtragem fonética a pensar na pesquisa foi feita uma outra filtragem tendo como foco o utilizador. Devido à grande quantidade de abreviaturas ao longo do sistema, foi feito um mapeamento de abreviaturas conhecidas para os seus respectivos equivalentes de modo a tentar suprimir este tipo de representações.

## 4.2 Avaliação com utilizadores

Após a concepção e desenvolvimento dos protótipos chegámos à fase do nosso trabalho em que os colocámos à prova realizando para isso alguns testes finais com utilizadores invisuais.

Ao colocar à prova os protótipos realizados colocámos também à prova as ideias e conceitos desenvolvidos ao longo deste trabalho. A realização dos testes aos protótipos foi o fechar de um ciclo que foi desenvolvido ao longo deste trabalho. Este ciclo terminou com a validação das soluções que foram por nós propostas e implementadas como prova de conceito através dos protótipos.

Para testar o funcionamento dos nossos protótipos realizámos uma bateria de testes com alguns utilizadores constituído por um conjunto mais reduzido de utilizadores que participou nas nossas etapas de estudo anteriores. A fim de efectuar estes testes, designámos um conjunto de tarefas que os utilizadores realizaram em dois dispositivos distintos de forma a permitir comparar algumas das soluções actuais com as soluções por nós propostas.

As grandes tarefas criadas para o teste e validação dos nossos protótipos foram pesquisas de aplicações e de mensagens. Estas tarefas foram realizadas num telemóvel com o TALKS instalado e num telemóvel onde estava instalado o sistema que nós desenvolvemos e sobre o qual estavam montados os nossos protótipos.

#### **4.2.1 Método de Avaliação**

Com o objectivo de validar os protótipos desenvolvidos anteriormente realizámos alguns testes com utilizadores. Estes testes foram realizados nas instalações da Fundação Raquel e Martin Sain e foram realizados por um grupo de utilizadores cegos, que são formandos desta instituição.

##### **Perfis de Utilizadores**

Os testes foram realizados por um conjunto de utilizadores pertencentes ao grupo de utilizadores que havia participado anteriormente no estudo exploratório. Tratou-se um grupo composto por cinco indivíduos, todos utilizadores diários de telemóvel, sendo constituído por dois elementos do sexo feminino e três do sexo masculino com um intervalo de idades a variar entre os 21 e 57 anos. A média de idades dos utilizadores observados rondava os 46 anos tendo sendo o desvio padrão de cerca de 12,8.

Do grupo participante, um elemento era amblíope e os restantes cegos. As razões para os problemas de visão, de cada indivíduo, foram as mais variadas tendo cada utilizador um diferente tipo de cegueira. Todos os inquiridos afirmaram ter conhecimento de Braille mas com diferentes níveis de conhecimento, quer na leitura quer na escrita.

##### **Realização de Testes**

Para a realização destes testes designámos duas tarefas tipo que foram repetidas diversas vezes por cada um dos utilizadores. A realização destas tarefas permitiu-nos a recolha de informação que foi utilizada para realizar uma análise comparativa entre o desempenho e comportamento dos utilizadores nas diferentes soluções.

A realização destas tarefas foi precedida de um período de ambientação ao telemóvel com TALKS e ao telemóvel com os nossos protótipos. Os utilizadores puderam explorar, com o auxílio do investigador presente, as funcionalidades e modo de funcionamento de cada um dos dispositivos. Este período de ambientação foi de curta duração, não tendo excedido os 5 minutos para cada dispositivo.

A primeira tarefa tipo a ser realizada foi a pesquisa de aplicações. Esta tarefa consistia em encontrar uma determinada aplicação presente no telemóvel. Para a realização desta tarefa solicitámos aos utilizadores que pesquisassem as aplicações “Despertador”, “Calculadora” e “Caixa de Entrada de Mensagens” no seu telemóvel.

Para realizar estas tarefas o utilizador teve de utilizar alternadamente o método de navegação tradicional presente no telemóvel com TALKS bem como a funcionalidade de pesquisa de aplicações disponível no telemóvel com os nossos protótipos.

A realização das tarefas, em ambos os dispositivos, foi monitorizada pelo investigador presente, contabilizando o tempo que o utilizador demorou a fazer cada tarefa, o número de passos necessários para conseguir concretizá-la bem como o número de erros ou de retrocessos ao longo do processo.

A segunda tarefa tipo realizada no âmbito do processo de testes com protótipos foi a pesquisa de mensagens. Esta tarefa tinha como objectivo encontrar uma determinada mensagem, previamente designada, através do método normal de navegação e através do método de pesquisa de mensagens.

Nesta tarefa os utilizadores tinham de ser capazes de encontrar um conjunto de mensagens previamente definidas pelo investigador. Os utilizadores tiveram, uma vez mais, de alternar entre ambos os dispositivos de modo a poder ser comparado o desempenho nas tarefas em cada uma das alternativas. A realização destas tarefas, em ambos os dispositivos, foi monitorizada por um investigador presente, contabilizando o tempo que o utilizador demorou a fazer cada uma delas, o número de passos necessários para conseguir concretizar a tarefa bem como o número de erros ou de retrocessos ao longo do processo.

As mensagens que foram pesquisadas tratavam dos seguintes temas:

- Mensagem sobre acidente na Ponte 25 de Abril
- Mensagem de cancelamento de voos da Sata nos açores
- Mensagem com resultado do jogo Portugal-Dinamarca

Todas estas tarefas foram precedidas por um questionário inicial. Após a realização do teste, foi efectuado um questionário de satisfação, recorrendo a escalas de Likert de 1 a 5 e um conjunto de afirmações.

## 4.2.2 Resultados e Discussão

Após a realização da avaliação dos protótipos através de testes com utilizadores conseguimos obter algumas conclusões interessantes, que foram para além das nossas expectativas, tendo sido algumas delas totalmente inesperadas.

A solução de pesquisa de aplicações demonstrou ser uma solução válida e eficiente para encontrar aplicações no telemóvel. No caso de aplicações menos utilizadas, como o despertador, esta solução revelou ser menos propensa a erros, mais rápida e exequível em menos passos do que o método normal de navegação por menus. Nenhuma das pesquisas pela aplicação “Despertador” causou qualquer erro contrariamente ao método tradicional onde existiram sempre erros.

Deu-se ainda o caso curioso de um utilizador que não foi capaz de encontrar o despertador através do método tradicional acabou por ser o utilizador mais rápido e mais eficiente a fazê-lo segundo o nosso método. O utilizador em causa é o utilizador 4 (ver Tabela 4) que acabou por não conseguir concretizar a tarefa através do TALKS, tendo atingido o tempo limite que estabelecemos para a pesquisa de aplicações, que era de cinco minutos.

Aplicação - Despertador					
Utilizador	Solução	Erros	Tempo (s)	Nº Ecrãs	Pesquisa
1	TALKS	4	126	6	
	Nossa Solução	0	78	3	"relogio"
2	TALKS	3	90	5	
	Nossa Solução	0	100	3	"relogio"
3	TALKS	3	95	7	
	Nossa Solução	0	57	3	"desp"
4	TALKS	6	300	13	
	Nossa Solução	0	49	3	"relo"
5	TALKS	5	137	7	
	Nossa Solução	0	74	3	"relogio"

Tabela 4 – Dados sobre pesquisa de aplicação “Despertador”

No caso da pesquisa pela aplicação “Calculadora”, os tempos de realização da pesquisa através do nosso método foram sempre maiores que os tempos realizados na solução tradicional (ver Tabela 5). O número de erros e de ecrãs obtidos foi idêntico, não tendo havido qualquer erro na realização da pesquisa segundo o nosso método.

O reduzido número de ecrãs e de tempos obtidos através do TALKS demonstra tratar-se de uma funcionalidade que os utilizadores usam com alguma frequência ou que sabem facilmente onde se encontra.

Na realização desta segunda tarefa notou-se uma maior propensão, por parte dos utilizadores, em usar abreviaturas dos termos pretendidos de forma a melhorar a eficiência no que diz respeito ao tempo de introdução de texto para pesquisa.

Aplicação - Calculadora					
Utilizador	Solução	Erros	Tempo (s)	Nº Ecrãs	Pesquisa
1	TALKS	0	26	3	
	Nossa Solução	0	36	3	"calc"
2	TALKS	0	21	3	
	Nossa Solução	0	44	3	"cal"
3	TALKS	1	25	4	
	Nossa Solução	0	56	3	"calc"
4	TALKS	0	37	4	
	Nossa Solução	0	57	3	"cal"
5	TALKS	0	29	7	
	Nossa Solução	0	47	3	"calc"

**Tabela 5 - Dados sobre pesquisa de aplicação “Calculadora”**

Na pesquisa pela aplicação “caixa de entrada” foi detectado um erro. Um utilizador pesquisou inicialmente pela palavra “cx”, revelando compreender o mecanismo de funcionamento da nossa solução e estar a tirar partido das suas capacidades. No entanto, uma das nossas medidas tinha passado por normalizar os nomes da lista de aplicações removendo todas as abreviaturas. A caixa de entrada muitas vezes é designada por “cx. entrada”. Este utilizador foi tentar procurar aquilo a que está habituado. Este caso tipicamente seria resolvido através do recurso aos temas associados por aplicação. Ao fazermos a normalização de termos não nos lembrámos de colocar os termos originais na lista de termos associados, esta situação revela que teria sido uma boa medida.

No entanto, apesar de este utilizador não conseguiu encontrar a aplicação pretendida na primeira pesquisa, foi capaz de realizar uma segunda pesquisa, por um termo mais abrangente, e conseguiu não só encontrar a aplicação pretendida como mesmo assim obter o melhor desempenho em termos de tempo para concretização da tarefa.

Nesta tarefa, o pior cenário no caso da pesquisa normal foi cerca de três vezes mais demorado que o pior cenário realizado na nossa pesquisa.

Aplicação - Caixa de Entrada					
Utilizador	Solução	Erros	Tempo (s)	Nº Ecrãs	Pesquisa
1	TALKS	7	79	10	
	Nossa Solução	1	33	5	"cx" e "cai"
2	TALKS	0	15	3	
	Nossa Solução	0	42	3	"caix"
3	TALKS	0	21	4	
	Nossa Solução	0	62	3	"cai"
4	TALKS	6	186	17	
	Nossa Solução	0	46	3	"caix"
5	TALKS	3	54	4	
	Nossa Solução	0	39	3	"caixa"

**Tabela 6 - Dados sobre pesquisa de aplicação “Caixa de Entrada”**



No caso da pesquisa de aplicações verificámos tratar-se de um método que limita a ocorrência de erros, provoca poucas mudanças de contexto, uma vez que apenas são necessários três ecrãs para conseguir realizar uma pesquisa. Revelou ainda ser uma boa alternativa para os casos em que o utilizador procura uma aplicação que não sabe exactamente onde se encontra ou que não sabe exactamente a sua designação.

Ao longo destas pesquisas também conseguimos tirar partido da filtragem fonética, tendo sido transparente para o utilizador que a utilização que a pesquisa da palavra “relógio” poderia ser feita utilizando o termo “relog” que o resultado seria idêntico como se comprovou. A ajuda contextual esteve sempre presente ao longo do realizar destas tarefas não tendo sido necessária dada a simplicidade da solução.

No caso da aplicação de pesquisa de mensagens a nossa solução revelou-se bastante mais promissora tendo obtido melhor desempenho em todas as situações. Sendo que o pior desempenho realizado com a nossa solução conseguiu ser sempre mais rápido que o melhor desempenho através do método normal.

Mensagem sobre acidente na Ponte 25 de Abril					
Utilizador	Solução	Erros	Tempo (s)	Nº Ecrãs	Pesquisa
1	TALKS	3	176	7	
	Nossa Solução	0	92	5	"ponte"
2	TALKS	5	300	13	
	Nossa Solução	0	117	5	"ponte"
3	TALKS	3	220	11	
	Nossa Solução	0	89	5	"acidente"
4	TALKS	7	300	16	
	Nossa Solução	0	109	5	"ponte"
5	TALKS	6	274	12	
	Nossa Solução	0	97	5	"pont"

**Tabela 7 - Pesquisa por mensagem sobre acidente na Ponte 25 de Abril**

Uma vez mais conseguimos obter resultados para a nossa solução onde não constassem erros e a nossa pesquisa com melhor desempenho demorou cerca de metade do tempo que a melhor pesquisa segundo o método tradicional.

No caso da pesquisa da mensagem referente ao acidente na ponte 25 de Abril (ver Tabela 7) houve dois utilizadores que atingiram o tempo de limite de cinco minutos sem ter conseguido encontrar a mensagem pretendida.

Na pesquisa da mensagem sobre o cancelamento de voos nos Açores conseguimos, novamente, dar uso à funcionalidade de correcção fonética, ligando a palavra “acores” à palavra correcta “açores”. Estávamos à espera que alguém tentasse escrever a palavra “voo” ou “voos” para ver como reagiria a correcção fonética mas ninguém optou por esse caminho. Esta situação, talvez, se deva ao facto de este tipo de utilizadores evitar escrever palavras das quais não tem a certeza da sua forma correcta de escrever. Já nos tínhamos deparado com esta situação durante a fase de estudo anterior.

O comportamento em relação ao tempo e número de erros manteve-se, tendo sido o tempo do nosso melhor desempenho cerca de metade do melhor desempenho com o método tradicional.

Na pesquisa desta mensagem não houve desistências por se tratar de uma mensagem que estava posicionada como sendo um das primeiras da lista de mensagens recebidas. No entanto houve um utilizador que esteve perto de atingir o tempo limite de cinco minutos, como mostra a Tabela 8.

Mensagem de cancelamento de voos da Sata nos açores					
Utilizador	Solução	Erros	Tempo (s)	Nº Ecrãs	Pesquisa
1	TALKS	3	165	6	
	Nossa Solução	0	83	5	"sata"
2	TALKS	6	272	13	
	Nossa Solução	0	93	5	"cancel"
3	TALKS	5	248	12	
	Nossa Solução	0	106	5	"acores"
4	TALKS	4	221	11	
	Nossa Solução	0	97	5	"acores"
5	TALKS	3	189	8	
	Nossa Solução	0	112	5	"sata"

**Tabela 8 – Pesquisa por mensagem sobre cancelamento de voos nos Açores**

No caso da pesquisa pela mensagem sobre o jogo Portugal-Dinamarca houve dois utilizadores que não conseguiram encontrar a mensagem pretendida. O desempenho da nossa solução manteve-se semelhante aos casos anteriores, não tendo existido erros e tendo sido os tempos de inferiores aos do método tradicional, sendo o nosso pior cenário inferior ao melhor cenário deste método.

Mensagem com resultado do jogo Portugal-Dinamarca					
Utilizador	Solução	Erros	Tempo (s)	Nº Ecrãs	Pesquisa
1	TALKS	1	135	7	
	Nossa Solução	0	87	5	"golos"
2	TALKS	3	238	10	
	Nossa Solução	0	92	5	"portugal"
3	TALKS	1	153	6	
	Nossa Solução	0	84	5	"port"
4	TALKS	5	300	12	
	Nossa Solução	0	121	5	"por"
5	TALKS	6	300	14	
	Nossa Solução	0	97	5	"result"

**Tabela 9 – Pesquisa por mensagem sobre jogo Portugal-Dinamarca**

Estes testes permitiram-nos colocar à prova o funcionamento das soluções que concebemos e desenvolvemos, tendo obtido resultados bastante satisfatórios que nos permitirão concluir que as abordagens que tivemos foram no sentido correcto e que as soluções propostas seriam claras melhorias para a usabilidade e experiência de utilização dos utilizadores cegos e amblíopes.

O caso da pesquisa de aplicações provou ser uma alternativa válida para encontrar aplicações, com particular utilidade nos casos em que o utilizador tem uma utilização menos frequente da aplicação pretendida e como tal tem maior dificuldade em encontrá-la. Outra situação onde este tipo de solução pode ser bastante relevante é quando o utilizador não tem a certeza do termo exacto para a designação da aplicação pretendida e nessa situação poderá tentar procurar a aplicação em causa através do recurso a termos associados.

No caso da pesquisa de mensagens obtivemos também resultados muito satisfatórios demonstrando, uma vez mais, que realizamos uma abordagem correcta e que esta solução poderia ser uma mais-valia para o utilizador.

Na solução para pesquisa de mensagens, criámos um cenário onde a caixa de mensagens possuía bastantes mensagens e foi essa situação que pretendemos simular e testar. A nossa solução torna-se particularmente útil quando um utilizador tem a caixa de mensagens com muita informação e pretende encontrar uma mensagem específica da qual não se recorda exactamente do autor ou do conteúdo.

O desempenho constatado através desta solução provou ser muito melhor que na solução tradicional. Os tempos demorados foram sempre inferiores aos tempos do método tradicional e o nosso pior cenário em termos de desempenho, foi sempre melhor que o melhor cenário do de navegação normal.

As soluções por nós proposta revelaram ser muito eficazes para evitar cometer erros. Apenas foi detectado um erro na realização dos testes com base na nossa solução. O erro encontrado, tal como referido anteriormente, deveu-se ao facto de ter havido uma normalização de termos utilizados, tendo removido as abreviaturas de todas as expressões. Faltou ter incluído as abreviaturas como termos associados de modo a evitar este tipo de situação.

A utilização da pesquisa fonética correu bastante bem, tendo os utilizadores tirado partido disso sem se aperceberem que o estavam a fazer. Tiraram partido desta funcionalidade nos casos da pesquisa por “relog” procurando encontrar “relógio” e no caso de “acores” quando pretendiam encontrar “açores”.

## 5. Conclusões

---

Devido ao desenvolvimento tecnológico que se deu nos últimos anos, os telemóveis são hoje em dia um bem essencial que faz parte do nosso quotidiano. A utilização destes dispositivos é feita tanto para uso pessoal como profissional, oferecendo actualmente um vasto leque de funcionalidades que vai muito para além das simples capacidades de comunicação.

As funcionalidades oferecidas por estes dispositivos são disponibilizadas, maioritariamente, através de interfaces fortemente baseadas no retorno visual, fazendo com que os utilizadores com deficiências visuais tenham grandes dificuldades em ter uma interacção eficaz e eficiente com estes dispositivos. Este factor contribui para um crescente fosso entre os deficientes visuais e a tecnologia móvel.

Este trabalho teve como objectivo contribuir para a redução das dificuldades que os utilizadores invisuais sentem ao utilizar os seus telemóveis, na sua interacção diária. Para esse efeito foi realizado um estudo aprofundado da solução actualmente mais utilizada por estes utilizadores, no sentido de compreender os problemas que esta solução apresenta. A solução em causa são os leitores de ecrã, tendo o nosso estudo sido feito com base no TALKS, o leitor de ecrã mais comum no mercado e o mais usado por utilizadores cegos e amblíopes.

Como resultado deste estudo aprofundado foi redigido um guião composto por várias guias de desenho. Estas guias procuram ser recomendações que seguem os princípios de usabilidade e que deverão ser utilizadas no desenho e concepção de interfaces móveis para utilizadores invisuais.

Com base no documento produzido, seleccionámos um conjunto de possíveis soluções que forma posteriormente implementadas sobre a forma de protótipos. Estes protótipos foram sujeitos a testes com utilizadores cegos e amblíopes permitindo-nos validar os princípios conceptuais por trás da sua concepção e que nos permitiram concluir que a nossa abordagem foi no sentido correcto.

As soluções por nós propostas revelaram-se bastante úteis para os utilizadores e muito mais eficazes e eficientes, melhorando assim a sua interacção com o dispositivo. O tipo de solução que adoptamos tem particular interesse para uso por parte de utilizadores com pouca experiência permitindo-lhes um processo de auto-aprendizagem mais eficiente e menos sujeito a erros.

Os testes realizados permitem concluir que o desenho de interfaces e processos centrados no utilizador, tendo em consideração as suas capacidades e necessidades especiais e reduzindo o valor da carga cognitiva de forma a poder proporcionar uma mais fácil aprendizagem, permitem proporcionar aos utilizadores invisuais uma melhor experiência de utilização e o controlo dos seus dispositivos móveis na sua totalidade ou muito perto disso.

O tipo de solução aqui proposta vem na linha das soluções desenvolvidas com recurso a software, que permitem uma enorme redução dos custos. Estes custos são reduzidos devido ao baixo custo em fase de desenvolvimento e simultaneamente pelo facto de permitir instalar esta solução sobre dispositivos móveis presentes no mercado, que além de um vasto leque de oferta permite oferecer preços muito mais reduzidos devido à economia de escala protagonizada pelas quantidades de dispositivos e utilizadores.

Esta solução permite também satisfazer as necessidades dos utilizadores cegos e amblíopes recorrendo apenas a um só dispositivo, tirando partido de toda uma panóplia de funcionalidades existentes nos dispositivos móveis presentes actualmente no mercado.

## 5.1 Trabalho Futuro

Apesar de considerarmos que os objectivos deste trabalho foram alcançados com sucesso, a investigação e trabalho aqui presentes abrem novas hipóteses de trabalho. A área sobre a qual este trabalho se debruça, ainda tem muita matéria passível de ser investigada.

Poderão ser instanciadas novas soluções, com base nas guias de desenho aqui apresentadas, e com o objectivo de resolver muitos dos problemas encontrados ao longo deste trabalho. Estas novas soluções propostas, devem ser igualmente testadas junto dos utilizadores cegos e amblíopes por forma validar o seu funcionamento e real utilidade.

O processo de desenvolvimento para esta população terá de ser necessariamente iterativo pois, por um lado, existem muitos problemas por resolver que levantam barreiras que escondem outros problemas, por outro lado, a tecnologia está sempre em evolução e as soluções tecnológicas disponíveis hoje serão certamente diferentes das disponibilizadas amanhã. Neste sentido a evolução tecnológica terá de ser acompanhada de perto pelo desenvolvimento na área das tecnologias assistivas.

Um processo que precisa claramente de ser revisto é o processo de introdução de texto e para isso existem alguns contributos, como o NavTap [35], NavTouch [36] ou BrailleTap [35], sendo este aspecto passível de um trabalho de investigação autónomo, tal como nos casos mencionados.

O próprio documento de guias de desenho deverá ter um carácter evolutivo, podendo ser melhorado e complementado à medida que forem desenvolvidas e testadas novas interfaces de dispositivos móveis para invisuais, removendo o conteúdo que se considerar que deixa de fazer sentido e acrescentando aquilo que se considerar pertinente e em falta.

## 6. Bibliografia

---

1. ANACOM: Serviço Telefónico Móvel - 1º trimestre de 2010. In: Autoridade Nacional de Comunicações. Available at: <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1042267>
2. ACAPO: Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal. Available at: <http://www.acapo.pt>
3. World Health Organisation: Magnitude and causes of visual impairment. In: World Health Organisation. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>
4. Heim, J.: Locking Out the Disabled. In: PC World. Available at: [http://www.pcworld.com/article/17690/locking\\_out\\_the\\_disabled.html](http://www.pcworld.com/article/17690/locking_out_the_disabled.html)
5. Quillen, D.: Common causes of vision loss in elderly patients. American Family Physician, 99-108 (2009)
6. Sinton, P.: Building Independence; High Tech Devices Have Revolutionized People's Lives. San Francisco Chronicle (26 Julho de 2000)
7. Braille Sense: Braille Sense. Available at: [http://www.gwmicro.com/Braille\\_Sense/](http://www.gwmicro.com/Braille_Sense/)
8. Brailino Available at: <http://www.handytech.de/en/normal/products/for-blind/brailino/index.html>
9. Braillex EL Braille Assistant Available at: <http://indexbrailleaccessibility.com/products/papenmeier/elba.htm>
10. PAC Mate BNS Available at: [http://www.freedomscientific.com/fs\\_products/PACmate2.asp](http://www.freedomscientific.com/fs_products/PACmate2.asp)
11. Braille Lite Available at: <http://www.ulva.com/Online-Store/Notetakers/millennium.htm>
12. Braille n' Speak Available at: <http://www.aph.org/products/bns2000.htm>
13. Braille Note Available at: <http://www.humanware.com/en-usa/products/blindness/brailnotes>
14. Alva Mobile Phone Organizer Available at:

<http://www.indexbrailleaccessibility.com/products/alva/mpo.htm>

15. Shinohara, K.: Designing assistive technology for blind users. In Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (Portland, Oregon, USA, October 23 - 25, 2006). Assets '06. ACM, New York, NY, 293-294 (2006)
16. Samsung Touch Messenger Available at:  
<http://www.mobilemag.com/2006/07/04/samsungs-touch-messenger-braille-phone-takes-home-the-gold/>
17. Spice Braille Phone Available at: <http://news.softpedia.com/news/Spice-Braille-Phone-Coming-this-Summer-87753.shtml>
18. Industrial Design Excellence Awards – Gold Award Available at:  
[http://www.idsa.org/IDEA2006/galleries/idea/idea2006/award\\_details.asp?ID=101](http://www.idsa.org/IDEA2006/galleries/idea/idea2006/award_details.asp?ID=101)
19. Mobile World Congress Available at: <http://www.mobileworldcongress.com>
20. Amar, R., Dow, S., Gordon, R., Hamid, M. R., Sellers, C.: Mobile ADVICE: an accessible device for visually impaired capability enhancement. CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (Ft. Lauderdale, Florida, USA, April 05 - 10, 2003). CHI '03. ACM, New York, NY, 918-919 (2003)
21. Zhao, S., Dragicevic, P., Chignell, M., Balakrishnan, R., Baudisch, P.: Earpod: eyes-free menu selection using touch input and reactive. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (San Jose, California, USA, April 28 - May 03, 2007). CHI '07. , 1395-1404 (2007)
22. Li, K., Baudisch, P., Hinckley, K.: Blindsight: eyes-free access to mobile phones. Proceeding of the Twenty-Sixth Annual SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Florence, Italy, April 05 - 10, 2008). CHI '08. ACM, New York, NY, 1389-1398 (2008)
23. Gaudissart, V., Ferreira, S., Thillou, C., Gosselin, B.: SYPOLE: mobile reading assistant for blind people. SPECOM-2004, 538-544 (2004)
24. Campos, A.; Branco, P.: 3GM-Insight, Interface para introdução de texto num PDA. (Accessed Maio de 2009) Available at: <http://vimmi.inesc-id.pt/projects/3gm/pt/actividades/relatoriofinal/3gm-relatoriofinal.pdf>

25. Arato, A., Juhasz, Z., P., B., Evans, G., Evreinov, G.: Java-powered Braille Slate Talker. H.Murphy, K.Miesenberger, D.Burger (Eds.), Proceedings of the 9th International Conference on Computers Helping People with Special Needs. ICCHP Paris, France, 7-9 July , 506-513 (2004)
26. Wobbrock, J., Myers, B., Kembel, J.: EdgeWrite: a stylus-based text entry method designed for high accuracy and stability of motion. Proceedings of the 16th Annual ACM Symposium on User interface Software and Technology (Vancouver, Canada, November 02 - 05, 2003). UIST '03.ACM, New York, NY, 61-70 (2003)
27. McGookin, D., Brewster, S., Jiang, W.: Investigating touchscreen accessibility for people with visual impairments. Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-Computer interaction: Building Bridges (Lund, Sweden, October 20 - 22, 2008). NordiCHI '08, vol. 358. ACM, New York, NY, 298-307 (2008)
28. McGookin, D., Brewster, S.: Graph builder: Constructing non-visual visualisations. BCS-HCI 2006, London, UK: Springer (2006)
29. Lagoá, P., Nicolau, H., Guerreiro, T., Gonçalves, D., Jorge, J.: Acessibilidade Móvel: Soluções para Deficientes Visuais. 3ª Conferência Nacional em Interação Pessoa-Máquina - Universidade de Évora (2008)
30. Mobile Speak, CodeFactory Available at: <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=16>
31. Talks, Nuance Available at: <http://www.nuance.com/talks/>
32. Huber, M., Simpson, R.: Plan Recognition to Aid the Visually Impaired. Brusilovsky; Corbett; and de Rosis., eds., Proceedings of the Ninth International Conference on User Modeling, New York: Springer, 138–142 (2003)
33. Pitt, I., Edwards, A.: Improving the usability of speech-based interfaces for blind users. Proc. Of the 2nd Annual ACM Conference on Assistive Technologies (ASSETS) (1996)
34. R, C.: Very Brief Delay of Immediate Recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology, I 2, 45-47 (1960)
35. Guerreiro, T., Lagoá, P., Nicolau, H., Santana, P., Jorge, J.: Mobile text-entry models for people with disabilities. Proceedings of the 15th European Conference on Cognitive Ergonomics: the Ergonomics of Cool interaction (Funchal, Portugal, September 16 - 19,



- 2008). J. Abascal, I. Fajardo, and I. Oakley, Eds. ECCE '08, vol. 369. ACM, New York, NY, 1-4
36. Guerreiro, T., Lagoá, P., Nicolau, H., Gonçalves, D., Jorge, J.: From Tapping to Touching: Making Touch Screens Accessible to Blind Users. *IEEE MultiMedia* 15, 4 (Oct. 2008), 48-50 (2008)
37. Lagoá, P., Santana, P., Guerreiro, T., Gonçalves, D., Jorge, J.: Blono: a New Mobile Text-entry Interface for the Visually Impaired. *Springer LNCS, Universal Access in HCI Part II*, (Beijing, China, July 2007), 908–917 (2007)
38. Tinwala, H., MacKenzie, I.: Letterscroll: text entry using a wheel for visually impaired users. *CHI '08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (Florence, Italy, April 05 - 10, 2008). *CHI '08.ACM*, New York, NY, 3153-3158 (2008)
39. Kane, S., Bigham, J., Wobbrock, J.: Slide rule: making mobile touch screens accessible to blind people using multi-touch interaction techniques. *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (Halifax, Nova Scotia, Canada, October 13 - 15, 2008). *Assets '08.ACM*, New York, NY, 73-80 (2008)
40. Klockar, T., Carr, D., Hedman, A., Johansson, T., Bengtsson, F.: Usability of Mobile Phones. *Proceeding of the 19th International Symposium on Human Factors in Telecommunications* (2003)
41. Nielsen, J., Mack, R. L.: Heuristic evaluation. *Usability Inspection Methods*, John Wiley & Sons, New York, NY. (1994)
42. Kane, S., Jayant, C., Wobbrock, J., Ladner, R.: Freedom to Roam: A Study of Mobile Device Adoption and Accessibility for People with Visual and Motor Disabilities. *ASSETS '09: Proceeding of the eleventh international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, In *ASSETS '09: Proceeding of the eleventh international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (2009), pp. 115-122. (2009)
43. Paulo, L., Tiago, G., Nicolau, H., Joaquim, J.: Blono: Acessibilidade em Dispositivos Móveis para Utilizadores com Necessidades Especiais. *Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Julho de 2008* (2008)