

## **Interação Tátil: estudo de acessibilidade e usabilidade com cegos**

Marina Simões<sup>1</sup>, Ricardo Monteiro<sup>1</sup>, Tânia Valente<sup>1</sup>, Ana Rita Teixeira<sup>1</sup>, João Orvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestrado em Human Computer Interaction (HCI), Instituto Politécnico de Coimbra, ESEC, Portugal  
[marinasimoesdesign@gmail.com](mailto:marinasimoesdesign@gmail.com), [ricardo.uxdesign@gmail.com](mailto:ricardo.uxdesign@gmail.com), [tania.ss.valente@gmail.com](mailto:tania.ss.valente@gmail.com),  
[ateixeira@ua.pt](mailto:ateixeira@ua.pt), [joaorvalho@gmail.com](mailto:joaorvalho@gmail.com)

### **Resumo**

A “interação baseada no toque” por utilizadores cegos em dispositivos móveis depreende um esforço cognitivo suplementar. Como objeto de análise, a partir de um conjunto de tarefas, o registo dos tempos e dos erros das práticas de interação e as observações dos utilizadores foi possível constatar a diferença na interação entre os sistemas operativos *Android* e *iOS*. Existem diferenças significativas entre estes dois sistemas, os resultados permitiram identificar qual a interface e as técnicas de interação mais acessíveis, assim como a obtenção de informação relevante para a conceção de produtos que correspondam às necessidades destes utilizadores.

**palavras-chave:** Acessibilidade; Usabilidade; Interação Tátil; Cegos; Leitores de ecrã.

**Title:** Tactile interaction: study of accessibility and usability with blind people

### **Abstract**

“Touch-based interaction” for visual impaired users on touch screen mobile devices requires a cognitive effort. From a set of tasks, time recordings, the errors of practical interaction and comments from users, it was possible to find a difference in the interaction between the operating systems *Android* and *iOS*. There are significant differences between these two systems and the results obtained indicate what the more accessible interface and interaction techniques are as well as pointing to relevant information for designing products that correspond to the needs of these users.

**keywords:** Accessibility; Usability; Touch Interaction; Blind; Screen Reader.

## 1. Introdução

Com a massificação do uso de dispositivos móveis táteis na sociedade, o estudo de paradigmas como a usabilidade e acessibilidade destes equipamentos assume principal relevância, no que concerne à análise da interação baseada no toque (*touch-base interaction*). Vários estudos apresentam observações sobre as recomendações de acessibilidade em dispositivos móveis. De salientar uma investigação que permitiu concluir que apesar do toque ser um processo promissor e com vantagens para a interação, existem várias melhorias a desenvolver relativamente à acessibilidade em dispositivos móveis [Machado et al 2014]. Como principal problema destes sistemas é evocado o facto de utilizarem soluções pouco otimizadas e que adotam métodos *ad-hoc* em vez de soluções generalistas [Gao 2012].

Esta temática assume maior importância quando o foco de análise se centra na população com deficiência, uma vez que estes equipamentos assumem um papel ainda mais relevante para a inclusão destas pessoas numa sociedade cujas características assentam cada vez mais na tecnologia e na inovação.

Kane, Bigham and Wobbrock [2009], no estudo “*Mobile Device Adoption and Accessibility for People with Visual and Motor Disabilities*” alertam, relativamente à acessibilidade, para os desafios que estes equipamentos apresentam para as pessoas com deficiência. Os dados obtidos permitiram concluir que os utilizadores com deficiência visual encontram vários problemas de acessibilidade na utilização desses dispositivos. Apesar de os dispositivos possibilitarem diferentes configurações, os recursos disponíveis não forneciam a flexibilidade suficiente para satisfazer as necessidades de cada utilizador.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, a deficiência visual é um dano do Sistema Visual na sua globalidade ou parcialmente, podendo variar quanto às suas causas e/ou natureza e traduz-se numa redução ou numa perda de capacidade para realizar tarefas visuais. O Instituto Nacional de Estatística, em 2001, identificava, em Portugal, 163 569 pessoas com deficiência visual. No entanto, os censos realizados em 2011 mencionam que 17,2 % da população portuguesa, ou seja cerca de 1 800 000 de pessoas, tem dificuldade em ver, mesmo usando óculos. Importa referir que este é um problema que afeta cada vez mais a população, principalmente a que possui mais de 65 anos.

É neste contexto que a tecnologia de apoio se assume fundamental para a inclusão das pessoas cegas. Em 1993, o Conselho Nacional da Deficiência de Washington apresentou um relatório ao Presidente e ao Congresso dos Estados Unidos, onde definia o problema do acesso às tecnologias de apoio e apresentava recomendações para melhorar o acesso ao financiamento destes dispositivos e serviços relacionados para todos os indivíduos com deficiência.

## 2. Contextualização

Atualmente, a evolução tecnológica abriu a possibilidade de utilizar dispositivos móveis com ecrãs táteis. Os dispositivos de ecrã sensível ao toque são uma parte da vida quotidiana das pessoas [Meng 2014]. A interação feita por toque baseia-se na utilização de gestos sobre o ecrã, permitindo ao utilizador interagir com o dispositivo sem a necessidade de *feedback* visual ou háptico. Os gestos humanos permitem experiências interativas e contêm informações que podem ser usadas para estudar o design dos gestos. Os gestos comuns mais comuns são o “*tap*”, “*double tap*”, “*drag*”, “*flick*”, “*pinch and spread*” e “*press*”.

O “*tap*” é descrito como “*briefly touch surface with fingertip*”, o “*double tap*” como “*rapidly touch surface twice with fingertip*”, o “*drag*” como “*moving fingertip over the surface without losing contact*”, o “*flick*” como “*quick brush surface with fingertip*”, o “*pinch and spread*” como “*using two fingers on the surface and bring them closer together and apart*” e o “*press*” como “*touching surface for an extended period of time*”.

Apesar destes gestos serem simples e fáceis de memorizar e executar, a interação com os dispositivos é visualmente exigente, dificultando ou impossibilitando os utilizadores com deficiência visual de terem controlo sobre o seu dispositivo. Por conseguinte, nos últimos anos, a área de acessibilidade, nomeadamente a área de deficiência visual, tem vindo a ser alvo de uma atenção cada vez mais acentuada por parte das grandes empresas e operadoras móveis.

Existem soluções de *software* (baseadas em leitores de ecrã) que funcionam em dispositivos móveis com ecrã tátil e substituem o suporte visual como forma de retorno de informação para o utilizador. Nos sistemas *iOS* e *Android* existem os leitores de ecrã *VoiceOver* e *TalkBack*, respetivamente.

Recentemente, foram realizados vários estudos na área de acessibilidade para dispositivos móveis.

Kane, Wobbrock e Ladner [2009] fizeram um estudo onde concluíram que os utilizadores com deficiência visual têm uma variedade de problemas de acessibilidade na utilização de dispositivos móveis. Os resultados permitiram obter uma visão para a conceção e aumento da acessibilidade global de dispositivos móveis.

Também uma investigação onde analisaram nove aplicações *mHealth* para o *iPhone* permitiu verificar que nenhuma delas seguia os critérios e *guidelines* de acessibilidade da *Apple* [Milne et al 2014].

Os ecrãs sensíveis ao toque são ainda, em grande parte, inacessíveis para os utilizadores, o tipo de interfaces que os dispositivos possuem obriga a ter um alto grau de precisão, muitas vezes impossível de obter através do dedo humano [Ye et al 2014].

A inacessibilidade destes dispositivos deve-se, em grande parte, a técnicas de interação que exigem ao utilizador localizar visualmente objetos no ecrã. Esta problemática verificou-se

através de um estudo que consistiu na introdução de um conjunto de técnicas de interação multi-toque e áudio da aplicação *Slide-Rule* para permitir aos utilizadores cegos aceder às aplicações. A comparação da aplicação *Slide-Rule* com o leitor de ecrã *Pocket PC* mostrou que o *Slide-Rule* foi mais rápido do que o leitor de ecrã, porém, os utilizadores cometeram mais erros [Kane et al 2008].

Através deste artigo procura-se apresentar uma visão sobre os dispositivos móveis táteis e a importância que a interação baseada por toque assume para um utilizador com deficiência. Neste âmbito foram realizados testes de usabilidade a utilizadores cegos com experiência na utilização de *smartphones* com ecrã sensível ao toque. A análise da interação dos utilizadores com deficiência visual com os sistemas operativos *Android* e *iOS* permitiu a comparação entre o “*modus operandi*” de cada utilizador nos diferentes sistemas e encontrar respostas a questões como: de que forma é que as pessoas cegas utilizam dispositivos móveis com ecrãs táteis e quais os sistemas operativos que apresentam menos barreiras na sua utilização.

### 3. Descrição do estudo

A evolução dos dispositivos e interfaces sensíveis ao toque está dependente de um conjunto de fatores como as características ao nível do *hardware* e *software*, assim como os métodos e motivações que provocam essas mudanças. Existe um profundo desconhecimento das práticas desempenhadas pelos utilizadores, facto que dificulta o desenvolvimento, por *designers* e programadores, de interfaces com maior flexibilidade e apropriação ao gesto e ao toque [Rico et al 2011].

Foi com base neste problema que realizamos o estudo, aqui descrito, no âmbito do Mestrado em Human Computer Interaction (HCI) [<https://www.esec.pt/pagina.php?id=618>], cujo foco se centra na “interação baseada no toque” e na “usabilidade e acessibilidade” em dispositivos móveis com ecrã sensível ao toque. Pretende-se assim, identificar e analisar as práticas de interação de utilizadores cegos com dispositivos táteis (*smartphones*) nos sistemas operativos *Android* e *iOS*.

#### 3.1. Metodologia

As técnicas e os instrumentos utilizados foram selecionados tendo em conta as especificidades da investigação que, sendo descritiva e exploratória, nos remeteu para o recurso a métodos quantitativos e qualitativos de recolha de dados.

Inicialmente, foi aplicado um questionário com o propósito de caracterizar os perfis dos participantes no estudo. Foram definidos como requisitos para a participação serem cegos e possuírem experiência na utilização de *smartphones* com ecrã tátil com o sistema operativo *Android* ou *iOS*. Posteriormente, cada utilizador inquirido realizou um conjunto de tarefas predefinidas, quer no dispositivo com o sistema operativo que usava diariamente, quer no sistema operativo que se encontrava a usar pela primeira vez. Os utilizadores realizaram as

tarefas em dois smartphones, um com o *Android* e o outro com o iOS, ambos com os respectivos leitores de ecrã nativos (*TalkBack* e *VoiceOver*).

No que concerne à ficha técnica dos smartphones utilizados, foram identificadas as versões do sistema operativo, o número de polegadas do ecrã, assim como as dimensões e a resolução: o smartphone *Android* utilizado tinha a versão 4.4.2(KitKat), ecrã de 4.3 polegadas, dimensões de 127.2 x 66.8 x 9.6 mm e resolução de 800x400 px; o smartphone iOS utilizado tinha a versão 7.1.2, ecrã de 3.5 polegadas, dimensões de 115.2 x 58.6 x 9.3 mm e resolução de 960x640 px.

Todas estas práticas e interações foram registadas através de vídeo e devidamente documentadas. Para aferir as principais dificuldades de interação foi usado o método denominado de *Think Aloud*, testemunhos que associados ao tempo e ao número de erros realizados na execução das tarefas, fundamentam a análise dos resultados e as considerações finais deste estudo.

### **3.2. Participantes no estudo**

Os utilizadores participantes neste estudo foram três pessoas com cegueira congénita e um com cegueira adquirida, que neste documento são denominados de A, B, C e D. Três utilizadores são do sexo masculino e um utilizador do sexo feminino, sendo que a faixa etária varia entre os 37 e 47 anos de idade. Um dos utilizadores tem um nível elevado de conhecimento de tecnologias de apoio, tendo já ministrado várias ações de formação de informática a pessoas com deficiência visual e os restantes são considerados utilizadores comuns, ou seja, utilizam diariamente o *smartphone* com suporte ao leitor de ecrã. Dois participantes utilizavam diariamente dispositivos com o sistema iOS e outros dois eram detentores de *smartphones* com sistema *Android*. Estes dados permitiram focar um grupo potencial de utilizadores representando dois perfis: utilizadores de *Android* e utilizadores de iOS. Importa referir que os leitores de ecrã foram identificados, pelos utilizadores, como a tecnologia de apoio mais popular e mais apreciada pela comunidade de cegos para a utilização de dispositivos móveis.

### **3.3. Tarefas**

Como já referido, todos os utilizadores realizaram um conjunto de tarefas, primeiro no sistema operativo habitual e posteriormente num dispositivo com um sistema que seria utilizado pela primeira vez. Foi com base neste processo que procurámos reunir um conjunto de tarefas que fossem passíveis de serem realizadas em ambos os sistemas operativos e em todos os dispositivos, que não dependesse da instalação de aplicações ou de configurações específicas e que representassem pertinência e utilidade para os utilizadores.

Através da tabela 1 são descritas as tarefas (identificadas por T1, T2, T3 e T4) e as ações que foram apresentadas aos utilizadores. A definição das tarefas foi realizada tendo em conta os seguintes parâmetros: procurou-se que o utilizador realizasse processos que permitissem o reconhecimento das potencialidades do *smartphone* e, simultaneamente, possibilitassem a análise da interação do utilizador nas componentes de escrita e ativação

de funcionalidades. Nesse sentido, considerou-se fundamental para o reconhecimento das aplicações existentes no *smartphone* efetuar o varrimento das aplicações (T1). Com a T2, apesar de se reconhecer que a expressão oral é o processo de comunicação privilegiado pelos cegos, o envio de mensagens permite aferir o processo de escrita e verificar a funcionalidade de enviar mensagens. A calculadora é uma das aplicações mais utilizadas pelos utilizadores no geral e existe em todos os dispositivos móveis. Esta tarefa (T3) permite verificar/analisar o processo de interação com caracteres numéricos. A última tarefa, a T4, à semelhança da tarefa T3, o alarme é uma funcionalidade presente em todos os dispositivos e, para além de a considerarmos uma operação básica, pode assumir um papel de carácter auxiliar nas tarefas diárias de um utilizador cego.

**Tabela 1.** Identificação das tarefas e descrição das ações.

ID	Tarefa	Ação apresentada ao utilizador
T1	Identificação das aplicações no <i>smartphone</i>	Reconhecer processo de gesto/toque do dispositivo
		Identificar 11 aplicações
T2	Envio de mensagem	Selecionar a aplicação da mensagem
		Escrever a mensagem (6 caracteres sem maiúsculas e sem acentos)
		Identificar o botão de enviar
T3	Realização de uma operação matemática	Selecionar a aplicação de cálculo
		Efetuar a operação 453x54
		Sair da aplicação
T4	Definição da hora de alarme	Selecionar a aplicação
		Definir a hora de alarme (7 horas e 30 minutos)
		Sair da aplicação

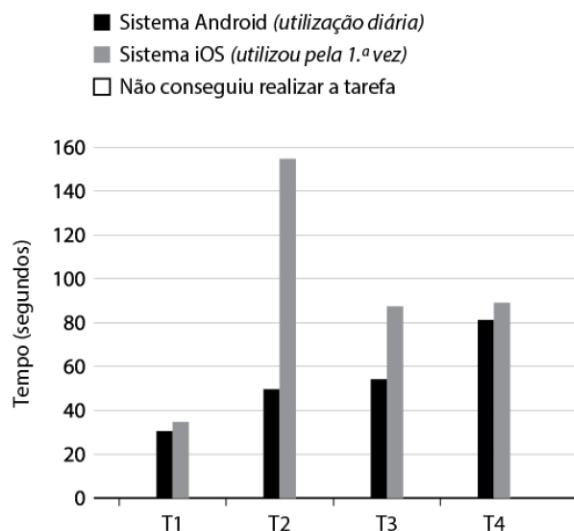
#### 4. Recolha e análise de dados

A execução das tarefas pelos quatro utilizadores permitiu aferir um conjunto de resultados, os quais são apresentados através dos gráficos seguintes.

Os testes de usabilidade permitiram comparar e testar a aceitação de equipamentos com um sistema operativo diferente do que utilizam habitualmente e identificar a origem de comportamentos inesperados/indesejados. Para o efeito foram levantadas diferentes

métricas, recolhidas de acordo com os objetivos: tempo de execução de tarefas, erros na execução de tarefas e taxa de conclusão da tarefa.

No gráfico 1 podemos verificar que todas as tarefas realizadas no sistema *Android* foram efetuadas de forma mais rápida que no *iOS*, facto que pode ser justificado por o *Android* ser o sistema utilizado diariamente pelo utilizador A.



**Gráfico 1.** Tempo que o utilizador A necessitou para realizar as quatro tarefas

Na T1 o utilizador tinha duas ações que no total necessitou de 31” com o *Android* e 36” no *iOS*. De realçar que ao analisarmos os tempos nas ações da tarefa verificou-se que o utilizador necessitou, no *Android*, na primeira ação 4” e na segunda 27” e, no *iOS*, registaram-se períodos mais equilibrados, “na primeira ação demorou 20” e na segunda 16”. Estes dados permitiu perceber que o utilizador necessitou de um período de adaptação ao equipamento mas, assim que adquirido, conseguiu percorrer as aplicações no *smartphone* com maior facilidade.

A T2 tinha três ações, no total necessitou de 49” no *Android* e 157” no *iOS*. Aqui registou-se a maior diferença no tempo de execução entre os sistemas. Segundo o utilizador o facto de ter um sistema de escrita adaptado facilitou o processo e permitiu obter uma performance mais eficaz que no *iOS*, onde o utilizador não tinha esse conhecimento. De realçar que, o utilizador no final conseguiu uma melhor prestação no *iOS*, considerando o envio da mensagem mais fácil.

Na T3, também com três ações, o utilizador necessitou de 53” e 87” no total, no *Android* e *iOS* respetivamente. Nesta tarefa registou-se a segunda diferença mais significativa no registo das quatro tarefas e neste processo importa realçar que, à semelhança das tarefas anteriores, o utilizador, no *iOS*, necessitou de mais tempo para identificar a aplicação, mas para executar a operação matemática os tempos forma muito mais reduzidos.

Na última tarefa (T4), o utilizador, com um maior conhecimento do sistema que utilizava pela primeira vez (iOS), conseguiu tempos muito próximos de execução e sem problemas identificados. Na primeira ação, no *Android*, o utilizador demorou 8”, na segunda 72” e na terceira 1”, enquanto que no iOS, na primeira ação demorou 12”, na segunda 75” e na terceira 1”, ou seja, no total registou-se 81” no *Android* e 88” no iOS.

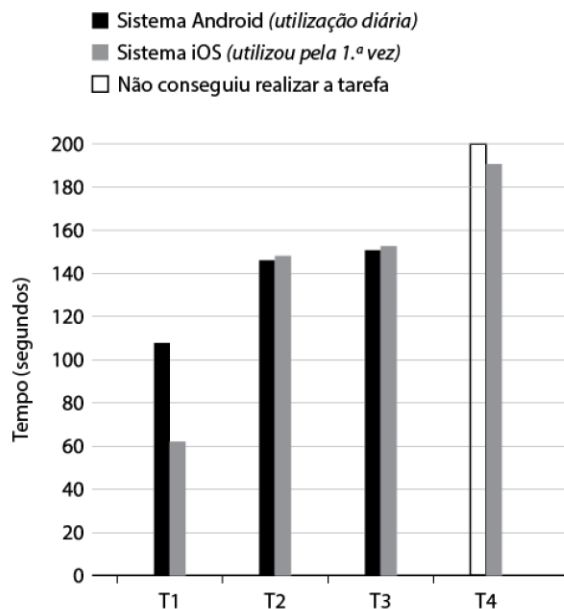
Por fim, importa realçar que, o utilizador, ao executar as ações no *Android*, encontrou duas situações problemáticas, ou seja, necessitou de repetir processos para perceber as ações e ativou uma aplicação sem ter essa intenção. Contrariamente, no iOS, apesar de o utilizador executar as tarefas pela primeira vez, não ocorreram problemas.

No gráfico 2 encontram-se representados os tempos de execução das tarefas realizadas pelo utilizador B. Este utilizador apresenta um conjunto de resultados muito diferentes nas quatro tarefas executadas.

No sistema *Android* (o utilizador utiliza este sistema diariamente), na T1, necessitou, no total das duas ações previstas, de 108” e no iOS (sistema utilizado pela primeira vez) 62”. De realçar a diferença entre os tempos, sendo que estes resultados tornam-se ainda mais relevantes pelo facto de se registar um período mais reduzido no sistema utilizado pela primeira vez. O tempo registado no sistema *Android* deriva de vários problemas encontrados pelo utilizador, nomeadamente, o facto de entrar em várias aplicações sem que existisse essa intenção por parte do utilizador.

Na T2 e na T3 os resultados foram idênticos em ambos os sistemas e em ambas as tarefas. Na T2, no sistema *Android*, demorou 145” e no iOS 147”. Na análise ao tempo de execução das ações, também aqui os tempos foram semelhantes verificando-se o maior tempo registado na escrita da mensagem 130” e 106” no *Android* e iOS respetivamente. Nesta ação, de realçar o facto de o utilizador, uma vez mais encontrar um problema no *Android*, ao escrever a mensagem fê-lo no campo do destinatário.





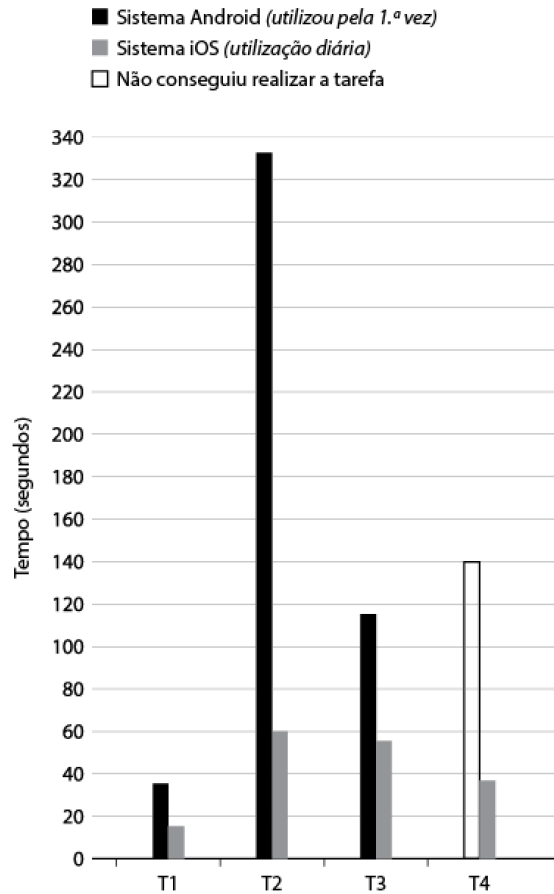
**Gráfico 2.** Tempo que o utilizador B necessitou para realizar as quatro tarefas

Para efetuar a T3, o utilizador necessitou de 150” no *Android* e 152” no *iOS*. No entanto, o tempo registado nas ações da tarefa, permitiu verificar que, o utilizador demorou no *Android*, 144” e no *iOS* 66” para realizar a operação matemática, e o contrário verificou-se em encontrar a aplicação “calculadora”, no *Android* precisou de 4” e no *iOS* 84” (desconhecia que a calculadora se encontrava dentro dos extras).

Com três ações previstas na T4, o utilizador não conseguiu terminar a tarefa no *Android*, desistindo após mais de 3 minutos a tentar efetuar a segunda ação, demorando 5” para identificar a aplicação “relógio”. No *iOS* concluiu a tarefa em 191”, necessitando de 52” para identificar a aplicação, 138” para definir a hora de alarme e 1” para sair da aplicação.

O utilizador na generalidade apresentou maior dificuldade na realização das tarefas no sistema *Android* apesar de este ser o que utiliza diariamente no *smartphone*, tendo inclusive desistido de executar uma das tarefas previstas. A este facto acresce o tempo que conseguiu desempenhar a T1, sendo mais reduzido no *iOS* e sem problemas na execução das ações.

No gráfico 3, ao contrário dos utilizadores analisados anteriormente, o utilizador C utiliza habitualmente o sistema *iOS* e realizou as tarefas pela primeira vez no *Android*.



**Gráfico 3.** Tempo que o utilizador C necessitou para realizar as quatro tarefas

Na realização de todas as tarefas foi notório uma diferença significativa no tempo de que necessitou para o desempenho das ações, sendo no *Android* superior ao *iOS*. Este facto verificou-se com maior incidência na T2, onde a diferença foi de aproximadamente quatro vezes superior, ou seja, necessitou de 332" no *Android* e de 60" no *iOS*. Neste tempo a diferença verificou-se principalmente na escrita da mensagem, onde o utilizador necessitou de 269" no *Android* que no *iOS*.

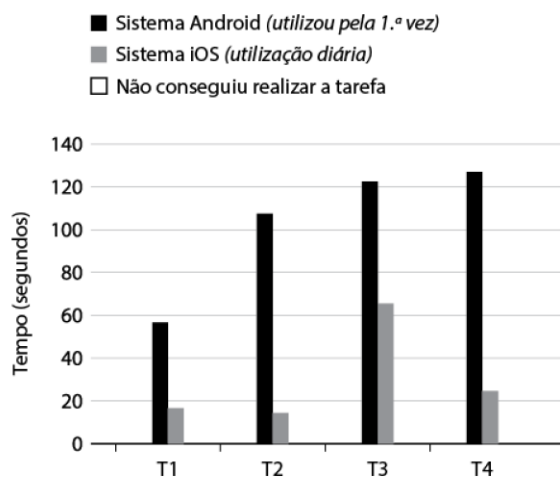
Tanto na T1 como na T3, a diferença situa-se no dobro do tempo, ou seja, na primeira tarefa, no *Android*, o utilizador necessitou de 36" e no *iOS* de 15" e na terceira tarefa registou-se 115" (*Android*) e 56" (*iOS*). De realçar que, na T1, o utilizador em ambos os sistemas teve dificuldade em identificar/reconhecer as aplicações.

Na T4, a primeira ação registou um tempo idêntico, ou seja, 4" no *Android* e 5" no *iOS*. Na segunda ação da tarefa, o utilizador desistiu no *Android* aos 140", dizendo que não a conseguia realizar. O mesmo utilizador na mesma ação no *iOS* conseguiu um registo de 32", completando a tarefa com um total de 38".

Neste conjunto de testes, são de realçar as diferenças significativas que foram registadas em todas as tarefas, necessitando sempre tempos muito superiores, na realização das mesmas tarefas, no *Android* em relação ao iOS, existindo inclusive uma tarefa no *Android* que não foi concluída.

O utilizador D, habituado ao iOS e realizando as tarefas pela primeira vez num *Android*, também como o utilizador C, apresentou um conjunto de registos com diferenças significativas entre os sistemas.

Como se pode verificar no gráfico 4, o utilizador conseguiu concluir todas as tarefas, mas com tempos muito dispares.



**Gráfico 4.** Tempo que o utilizador D necessitou para realizar as quatro tarefas

Na T1 o utilizador necessitou de 53” no *Android* e 18” no iOS. Nesta tarefa o utilizador, no *Android*, na primeira ação, onde demorou 3”, não percebeu o que estava a acontecer e teve de repetir o gesto e na segunda ação demorou 50”, ativando algumas aplicações sem ter essa intenção. No iOS a primeira ação demorou 1” e a segunda 17” não se verificando qualquer dificuldade por parte do utilizador.

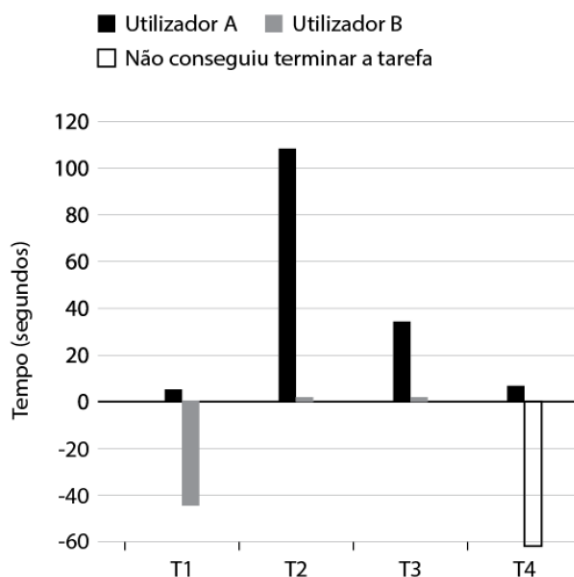
A segunda tarefa foi a que registou a segunda maior diferença no tempo que o utilizador necessitou para realizar, no *Android* concluiu ao fim de 107” enquanto que no iOS precisou apenas de 17”. Nesta tarefa importa salientar que o utilizador no iOS utilizou um teclado *Braille*, facto que permitiu apresentar uma performance muito diferente do *Android* que demorou a escrever 90” (verificando-se aqui a necessidade de corrigir algumas letras).

Para a realização da T3 o utilizador D necessitou de 122” com o *Android* e 65” no iOS que, apesar de ser o sistema habitual, foi a primeira vez que realizou uma operação matemática com o *smartphone*. Nesta tarefa, no *Android* na primeira ação demorou 25”, na segunda 96” e na terceira 1”, enquanto que no iOS, na primeira ação demorou 7”, na segunda 57” e na terceira 1”.

Na última tarefa, conseguiu terminar em ambos os sistemas mas com tempos muito diferentes, no *Android* necessitou de 127” e no *iOS* 24”. As diferenças centraram-se na procura da aplicação com 56” no *Android* e 5” no *iOS* e na definição da hora de alarme, na qual necessitou de 70” no *Android* e 18” no *iOS*.

Por fim, de modo a apresentar os resultados obtidos com a comparação entre a diferença dos tempos registados entre o sistema em que os utilizadores estavam habituados e o sistema que operaram pela primeira vez, apresentam-se dois gráficos com os utilizadores A e B (gráfico 5) e nos utilizadores C e D (gráfico 6).

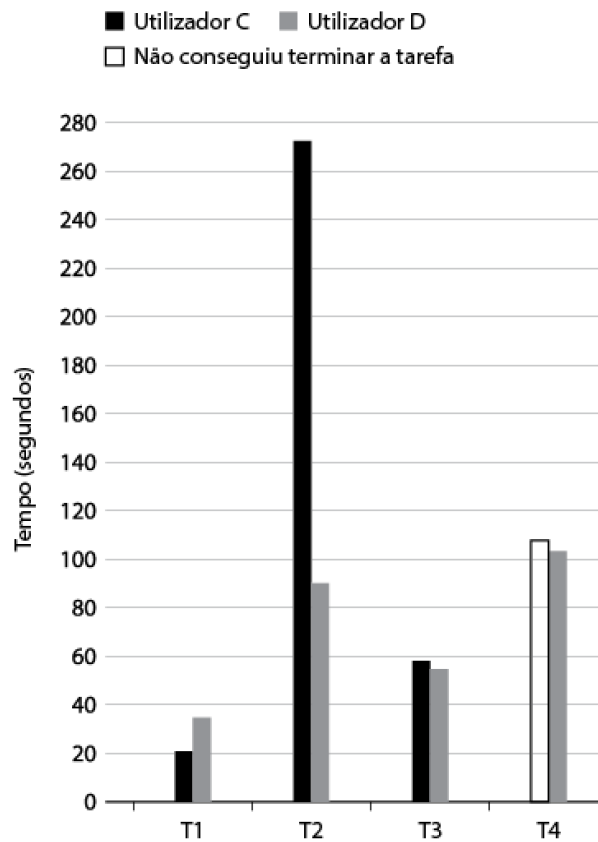
No gráfico 5, como se pode verificar, os utilizadores apresentaram um comportamento irregular, não existindo um padrão na aceitação do novo sistema. Os utilizadores representados utilizaram pela primeira vez o *iOS*, constatando-se na generalidade uma diferença reduzida entre os testes. De destacar duas situações relevantes, a primeira, a diferença significativa verificada no utilizador A na T2, conseguindo escrever muito mais rápido a mensagem e, a segunda, os valores negativos apresentados pelo utilizador B. Ou seja, conseguiu uma performance mais positiva no equipamento que utilizou pela primeira vez do que no equipamento que usa habitualmente.



**Gráfico 5.** Comparação entre a diferença do sistema que os utilizadores A e B utilizam diariamente (*Android*) e no sistema que utilizaram pela 1.ª vez (*iOS*)

Nos testes onde colocámos à prova o contrário, ou seja, onde os utilizadores experimentaram pela primeira vez o *Android* quando estavam habituados ao *iOS*, verificou-se um comportamento diferente. Como podemos verificar no gráfico 6, as diferenças registadas foram todas positivas, ou seja, em ambos os utilizadores necessitaram de mais

tempos para realizar as tarefas. Os registos permitiram verificar que as diferenças são significativas e semelhantes entre os utilizadores.



**Gráfico 6.** Comparação entre a diferença do sistema que os utilizadores C e D utilizam diariamente (iOS) e no sistema que utilizaram pela 1.<sup>a</sup> vez (Android)

Por outro lado, encontramos algumas semelhanças em relação ao dados recolhidos nos testes do utilizador A e B. Também verificamos uma grande diferença na T2, aqui trocando os sistemas, o utilizador C necessitou de muito mais tempo para escrever a mensagem no *Android*. E na T4, um utilizador que não conseguiu executar a tarefa no sistema *Android*, contudo, neste caso, o registo é no sistema utilizado pela primeira vez.

As observações permitiram ainda constatar os conjuntos de informações em cada tarefa que consideramos relevantes e importantes descrever.

- **Na T1: Identificação das aplicações no telemóvel:**

Para identificar e localizar as aplicações, os utilizadores procederam uma exploração tátil por varrimento. Muitas vezes o ecrã inicial tem diversas páginas, como se fosse um livro. Por conseguinte, a *interface* destes dispositivos está em constante mudança de ecrã para ecrã. Os utilizadores que utilizaram pela primeira vez outro sistema tiveram que fazer vários varrimentos para encontrar uma dada aplicação.

- Na T2: Envio de mensagem:

Aquando da escrita de uma mensagem, ambos os leitores de ecrã (*VoiceOver* e *TalkBack*) permitem aos utilizadores selecionarem letras através do toque e com recurso a retorno auditivo, introduzindo-as através de três formas distintas: *split-tapping* (técnica multi-toque que consiste em permanecer com um dedo no alvo pretendido e tocar com outro dedo em qualquer zona do ecrã), duplo toque no ecrã e colocação do dedo no teclado até encontrar o caractere desejado (ao tirar o dedo o caractere é imprimido). Os utilizadores que realizaram a tarefa pela primeira vez no sistema *Android* demoraram mais tempo a criar a mensagem. Esta situação deveu-se principalmente ao facto de o utilizador não saber em que “tecla” estava uma determinada letra, fazendo com que estivesse constantemente a tentar adivinhá-la, cometendo demasiados erros. Contrariamente, os registos indicam que na primeira utilização do sistema *iOS* a diferença de tempos foi menor.

- Na T3: Realização de uma operação matemática:

Ao utilizarem pela primeira vez o sistema *Android*, os utilizadores demoraram mais tempo a concluir a tarefa. Contrariamente, na primeira utilização do sistema *iOS*, a diferença de tempos foi menor. No sistema *iOS* os utilizadores despenderam mais tempo para identificar a aplicação mas para executar a operação matemática os tempos foram reduzidos.

- Na T4: Definição da hora de alarme:

Os utilizadores experientes no sistema *iOS* conseguiram facilmente definir a hora do alarme quando comparando com o sistema *Android*. Ao utilizar pela primeira vez o *smartphone* com o sistema operativo *Android* houve a desistência de dois utilizadores (B e C) que tentaram realizar esta tarefa. Relativamente à primeira utilização no sistema *iOS*, todos os utilizadores conseguiram, sem grandes dificuldades, definir a hora de alarme.

## 5. Considerações finais

A interação com ecrãs sensíveis ao toque é bastante exigente do ponto de vista visual. As soluções de acessibilidade, os leitores de ecrã, permitem aos cegos o *feedback* auditivo dos elementos visuais da interface.

No entanto, o uso de leitores de ecrã implica um esforço suplementar ao deficiente visual, no sentido em que, para além de exigir um conhecimento da organização dos menus e aplicações do *smartphone*, o utilizador necessita de dominar as funções do próprio leitor de ecrã.

Este estudo comparativo permitiu tecer algumas considerações acerca das potencialidades de cada sistema operativo que, apesar de não permitir generalizar conclusões, encontram-se nestes quatro estudos de caso resultados que certamente serão comuns a grande parte da população cega.

A curva de aprendizagem foi menor no sistema operativo iOS do que no sistema *Android*, o que permite concluir que para estes utilizadores a adaptação ao dispositivo *iPhone* foi mais fácil que o contrário. Constatou-se que o iOS permitiu uma melhor usabilidade e que o acesso às funcionalidades foi mais eficaz neste sistema. Todos os utilizadores conseguiram realizar as tarefas previstas no sistema iOS, facto que não se verificou nos dispositivos com o *Android*. De realçar que os testemunhos dos utilizadores referem que sentiram maior facilidade na realização das tarefas no sistema iOS, reforçando a afirmação que este sistema apresentou melhores performances e por fim, mas não menos relevante, também se verificou que a diferença entre os tempos na realização das tarefas nos dois sistemas foi menor no grupo de utilizadores *Android* e maior no grupo de utilizadores iOS. Importa referir que se constatou que as diferentes capacidades dos utilizadores afetaram o desempenho na interação com dispositivos e na superação das barreiras encontradas, mesmo em tarefas consideradas simples.

Os dispositivos com ecrã sensível ao toque continuam a necessitar que o utilizador tenha uma excelente habilidade cognitiva e espacial para ter uma noção do dispositivo e dos componentes da interface. Uma boa orientação e uma boa noção do espaço são fulcrais para o utilizador cego conseguir interagir com este tipo de dispositivos. Um dos principais obstáculos que o utilizador invisual enfrenta aquando da utilização do telemóvel é a escrita de texto. Na escrita da mensagem, o facto de não existir um método de exploração que vá além da pesquisa pelos contornos do dispositivo e de qualquer toque involuntário numa tecla introduzir uma letra irremediavelmente, pode tornar um sistema extremamente complicado para alguém com deficiência visual.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a colaboração da Delegação da ACAPO de Coimbra, que se prontificou em prestar todo o apoio necessário para a realização deste estudo, e reconhecem a gratidão para com todos os participantes que contribuíram com comentários muito relevantes e fundamentais para o sucesso desta investigação.

## **Referências**

Ashraf, A., Raza, A. (2014) “Usability Issues of Smart Phone Applications: For Visually Challenged People”, *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering* 8(5), pp. 710-717.

Gao, Z., Wang, J., Jiang, Z. (2012) “Haptic perception evaluation for the virtual prototyping of elastic hand-held product designs”, *VIRTUAL AND PHYSICAL PROTOTYPING* 7(2), pp. 117-128.

Kane, S. K., Bigham, J. P., Wobbrock, J. O. (2008) “Slide Rule: Making Mobile Touch Screens Accessible to Blind People Using Multi-Touch Interaction Techniques”, ASSETS 2008. pp. 73-80.

Kane, S. K., Jayant, C., Wobbrock, J. O., Ladner, R. E. (2009) “Freedom to Roam: A Study of Mobile Device Adoption and Accessibility for People with Visual and Motor Disabilities”, ASSETS 2009, pp. 115-122.

Machado, D. R., Machado, R. P., Conforto, D. (2014) “Dispositivos móveis e usuários cegos: recomendações de acessibilidade em discussão”, Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2014, pp. 737-742.

Meng, Y. (2014) “Gestures Interaction Analysis and Design Strategy”, University of Birmingham.

Milne, L. R., Bennett, C. L., Ladner, R. E. (2014) “The Accessibility of Mobile Health Sensors for Blind Users”, Journal on Technology & Persons with Disabilities 2, pp. 166-175.

Rico, J., Crossan, A., Brewster, S. (2011) “Gesture-Based Interfaces: Practical Applications of Gestures” Springer-Verlag.

Ye, H., Malu, M., Oh, U., Findlater, L. (2014) “Current and Future Mobile and Wearable Device - Use by People With Visual Impairments”, CHI Conference on Human Factors in Computing Systems 2014.



Marina Simões, é licenciada em Design de Comunicação pela Escola Universitária das Artes de Coimbra (ARCA-EUAC), Portugal. Frequenta o mestrado em HCI - Human Computer Interaction na Escola Superior de Educação de Coimbra (ESEC). Trabalha por conta própria desde 2012 como designer de comunicação. Integra a direção da Trevim-Cooperativa Editora e de Promoção Cultural CRL. Tem como interesse a área de desenvolvimento de sistemas interativos.



Ricardo Monteiro frequenta doutoramento em Educação com especialização em Educação a Distância na Universidade Aberta, Portugal. É mestre em ensino de artes visuais pela Universidade de Aveiro. Tem como principais áreas de investigação o Design em Experiência do Utilizador, a Tecnologia Educativa e os Recursos Educativos Digitais. Atualmente, na sua atividade profissional, gere e desenvolve recursos educativos na Universidade Católica do Porto e na Porto Editora.



Tânia Valente é natural de Coimbra, licenciou-se em Engenharia Informática pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e, atualmente, frequenta o mestrado em Human



Computer Interaction. É entusiasta na área de Desenvolvimento Web, no que concerne às Tecnologias Web, Design de Interface (UI) e User Experience (UX). Curiosa e motivada por novos desafios, acredita que a criatividade pode transformar a maneira como as pessoas pensam, sentem e agem.



Ana Rita Teixeira doutorada em Engenharia Electrónica pela Universidade de Aveiro, Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro e Licenciada em Matemática aplicada pela universidade do Porto. Actualmente Professora Adjunta na ESEC (IPC) no mestrado HCI e investigadora posdoc FCT no IEETA. O principal foco de investigação é o processamento de sinal associado ao HCI, BCI's e sinal EEG.



João Orvalho, PhD, Coord. MsC HCI, Insituto Politécnico Coimbra [joao-orvalho.pt]

(esta página par está propositadamente em branco)