

Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior de Tecnologia

# **MOBILE INTERFACE FOR BLIND USERS**

**João Vasco Pedro dos Ramos**

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento de Software e Sistemas Interactivos, realizada sob a orientação científica da Doutora Arminda Guerra Lopes, Professora Adjunta da Unidade Técnico-Científica de Informática da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

2012

## Agradecimentos

Um agradecimento muito especial à minha namorada por toda a inspiração, motivação e paciência.

Quero agradecer aos meus pais por me terem proporcionado a oportunidade de chegar até aqui.

Um agradecimento em particular à Dr.<sup>a</sup> Arminda Lopes por toda a paciência e orientação em atingir os objectivos a que me propus bem como pela motivação em momentos críticos.

Um agradecimento e todo o meu respeito aos associados da ACAPO em particular à Dr.<sup>a</sup> Sofia Lourenço e ao Miguel Santos que é um verdadeiro exemplo de força, perseverança e motivação.

## Palavras-chave

Inclusão social; Acessibilidade, Inclusão Digital; Pessoas Invisuais, Tecnologia Near-Field Communication

## Resumo

Neste trabalho é apresentada uma interface, que faz uso da tecnologia Near Field Communication (NFC), para auxílio de pessoas com deficiência visual e cegos. O objectivo é contribuir para a sua independência quando pretendem fazer compras. Quando estão em casa, pode ser uma ajuda para fazer uma lista de compras, uma vez que basta aproximarem um dispositivo móvel, tal como um smartphone ou tablet, do produto que pretendem comprar e o mesmo será automaticamente adicionado à lista. Quando o utilizador está num supermercado necessita apenas de aproximar o seu dispositivo a um produto e irá ter uma descrição auditiva com o nome do mesmo, preço e período de validade ou outra informação relevante.

Nos dias que correm há muito poucas aplicações deste tipo para pessoas cegas. Eles podem utilizar dispositivos móveis, como smartphones, mas a tecnologia ainda não está disponível para aqueles com necessidades específicas.

Esta interface provou ser uma ferramenta para ajudar pessoas cegas num contexto de compras.

## Keywords

Social Inclusion; Accessibility, Digital Inclusion; Blind People, Near-Field Communication Technology

## Abstract

In this paper an interface, using Near Field Communication (NFC) technology, to help visually impaired and blind people is presented. The goal is to contribute to their independency in a shopping activity. When they are at home it could help to make a grocery list by approaching the mobile device, such as a smartphones or a tablet, to the product he wants to buy and the product will be automatically added to the list. When the user is in a supermarket it only needs to approach his mobile device to a product and speech information will be returned with the product name, price and validity period or other relevant information.

Nowadays, there is a lake of this kind of applications for blind persons. They can use mobile devices, such as a smartphone, but the technology is not yet made for those with specific needs.

This interface proved to be a tool to help blind persons in a shopping context.

# Índice geral

Índice de figuras .....	vii
Índice de tabelas.....	viii
Índice de gráficos .....	ix
Lista de abreviaturas e siglas .....	x
1 Introdução .....	1
2 Inclusão Social.....	3
2.1 Contextualização do Público-alvo .....	4
2.2 Acessibilidade .....	7
2.2.1 Legislação.....	8
2.3 Design Universal .....	9
2.4 Resumo .....	10
3 Inclusão Digital.....	11
3.1 Software.....	12
3.1.1 Android .....	13
3.1.2 iOS.....	15
3.2 Hardware.....	16
3.2.1 Telemóveis .....	16
3.2.2 EasyLink 12 .....	17
3.3 PharmaFabula .....	17
3.4 Resumo .....	18
4 Tecnologia NFC.....	19
4.1 Introdução .....	19
4.2 Definição .....	19
4.3 Modos de operação .....	20
4.4 Modos de comunicação .....	21
4.5 Protocolos de comunicação.....	24
4.5.1 NFC Logical Link Control Protocol (LLCP) .....	24
4.5.2 NFC Data Exchange Format .....	25
4.5.3 Record Type Definition (RTD) .....	26
4.5.4 Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME).....	26
4.5.5 Record Types .....	27
4.6 Tags NFC Forum.....	33
4.6.1 Tag tipo 1 .....	34
4.6.2 Tag tipo 2 .....	34
4.6.3 Tag tipo 3 .....	34
4.6.4 Tag tipo 4 .....	34

4.6.5	Considerações .....	35
4.6.6	Secure element .....	36
4.7	Ecosistema NFC .....	37
4.7.1	Introdução .....	37
4.7.2	Funcionalidades chave.....	38
4.7.3	Players do ecossistema .....	39
4.7.4	Casos de uso .....	41
4.8	Sumário.....	44
5	Metodologia.....	45
5.1	A Teoria Actor-Rede .....	45
5.2	Caso de estudo .....	46
5.3	Métodos .....	47
6	Design da interface.....	48
6.1	Aplicação touch screen .....	48
6.2	Contexto para o design da interface .....	51
6.3	Descrição das funcionalidades da interface .....	56
6.4	Cenário 1 - Identificação de produtos numa superfície comercial .....	56
6.5	Cenário 2 - Casa .....	57
6.5.1	Opção Comprar - “C” .....	57
6.5.2	Opção Lista - “L” .....	58
6.5.3	Opção Adicionar - “A” .....	59
6.6	Cenário 3 - Compra numa superfície comercial .....	62
6.7	Utilização da Teoria Actor-Rede .....	64
6.8	Sumário.....	65
7	Conclusão e trabalho futuro .....	65
7.1	Contribuições.....	66
7.2	Trabalho Futuro.....	67
	Referências .....	68

## Índice de figuras

Figura 1 - Contextos da aplicação PharmaFabula .....	18
Figura 2 - Modo Reader / Writer .....	23
Figura 3 - Modo Peer - to - Peer.....	23
Figura 4 - Modo Card emulation.....	24
Figura 5 - Estrutura Mensagem NDEF .....	26
Figura 6 - Mensagem NDEF com uma mensagem de mail e dois anexos .....	26
Figura 7 -Estrutura de processamento da mensagem NDEF .....	32
Figura 8 - Lançar diferentes aplicações a partir de rtd's diferentes.....	33
Figura 9 - Overview dos dados da aplicação, NDEF, NFC Type Tag Platform e o produto .....	33
Figura 10 - Esquematização para tags dual-state .....	35
Figura 11 - Visão global do ecossistema NFC .....	38
Figura 12 - Principais casos de uso para a tecnologia NFC .....	41
Figura 13 - Ecrã inicial .....	56
Figura 14 - Leitura de uma tag NFC colocada num produto.....	57
Figura 15 - Leitura de uma tag NFC a partir de um conjunto de produtos devidamente organizados .....	57
Figura 16 - Sequência de acções para poder comprar um produto .....	58
Figura 17 - Aceder à lista de compras.....	58
Figura 18 - Operações possíveis para a lista de compras .....	59
Figura 19 - Adicionar um item à lista de compras .....	60
Figura 20 - Adicionar à lista um produto relativo a carne .....	60
Figura 21 - Adicionar à lista um produto relativo a fruta.....	61
Figura 22 - Adicionar à lista um produto relativo a peixe .....	61
Figura 23 - Adicionar à lista um produto relativo a vegetais .....	61
Figura 24 - Compra do item leite da lista de compras .....	62
Figura 25 - Saltar um item na lista de compras .....	62
Figura 26 - Gesto para voltar ao menu anterior .....	63
Figura 27 - Voltar ao menu inicial .....	63
Figura 28 - Gesto não reconhecido .....	63
Figura 29 - Diagrama dos princípios da ANT no design da interface .....	64

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Classificação da cegueira e das visões "subnormais" segundo a OMS .....	5
Tabela 2 - Resumo das principais aplicações de acordo com o sistema operativo e tipo de funcionalidade.....	15
Tabela 3 - Codificação e modulação para o modo activo.....	20
Tabela 4 - Codificação e modulação para o modo passivo .....	21
Tabela 5 - Modos de comunicação NFC .....	22
Tabela 6 - Estrutura do RTD Text .....	28
Tabela 7 - Status byte .....	28
Tabela 8 - Códigos identificadores do RTD URI .....	30
Tabela 9 - Resultados do estudo efectuado por Kane .....	50

## Índice de gráficos

Gráfico 1 - Vendas mundiais de dispositivos móveis.....	13
Gráfico 2 - Utilidade de um telemóvel ou tablet .....	51
Gráfico 3 - Interfaces de comunicação hoje em dia.....	52
Gráfico 4 - Tecnologia de fácil utilização .....	53
Gráfico 5 - Utilizar um dispositivo móvel.....	53
Gráfico 6 - Interface que funciona apenas com toque .....	54
Gráfico 7 - Utilidade da interface nas compras .....	54
Gráfico 8 - Desenhar letras e números num telemóvel .....	55
Gráfico 9 - Manter lógica a arrumar produtos alimentares.....	55

## Lista de abreviaturas e siglas

ACAPO - Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal

ANT - Actor Network Theory

API - Application Programming Interface

CD - Compact Disc

DVD - Digital Versatile Disc

GPS - Global Positioning System

GSM - Global System for Mobile Communications

IANA - Internet Assigned Numbers Authority

IP - Internet Protocol

ISO - International Organization for Standardization

ISP - Internet Service Provider

JIS - Japanese Industrial Standard

LLPC - Logical Link Control Protocol

MIME - Multipurpose Internet Mail Extensions

MNO - Mobile Network Operators

MVNO - Mobile Virtual Network Operators

NDEF - NFC Data Exchange Format

NFC - Near Field Communication

OBEX - Object Exchange

OSI - Open Systems Interconnection

P2P - Peer to Peer

PCB - Printed Circuit Board

POS - Point-of-Sale

RF - Radio Frequency

RFC - Request For Comments

RFID - Radio Frequency Identification

RIM - Research In Motion

RTD - Record Type Definition

SD - Secure Digital

SDK - Software Development Kit

SE - Secure element

SIM - Subscriber Identity Module

SMS - Short Message Service

SP - Service Provider

TCP - Transmission Control Protocol

TSM - Trusted Service Manager

URD - Uniform Resource Name

URI - Uniform Resource Identifier

URL - Uniform Resource Locator

WP7 - Windows Phone 7



# 1 Introdução

Actualmente a sociedade mostra-se muito receptiva a novas tecnologias e tal é visível no crescimento desse sector de mercado. Procura-se não só o entretenimento proporcionado pela maioria das tecnologias disponíveis mas também melhorias substanciais nos simples actos do dia-a-dia. O sucesso dessas tecnologias advém do facto de ser oferecido algo de inovador ou inesperado ao consumidor.

Os dispositivos móveis, principalmente telemóveis, tornaram-se parte integrante do quotidiano e é difícil conceber o mundo actual sem os mesmos. Torna-se portanto inegável o enorme impacto destes dispositivos na sociedade actual, as suas implicações em termos de transformação da vida social são inseparáveis.

No entanto, muitas vezes estes dispositivos não são acessíveis, ou não apresentam interfaces acessíveis a todos, independentemente das limitações físicas de cada um ou de um determinado grupo social. Em termos sociais e digitais este é um factor de exclusão. Esta lacuna pode ser colmatada desde que haja uma compreensão real das necessidades dos utilizadores. Muitas vezes estas necessidades prendem-se sobretudo com limitações físicas dos utilizadores, razão pela qual há que adaptar a forma como a tecnologia é apresentada, ou como deve ser utilizada. Assiste-se a uma constante evolução do panorama tecnológico no entanto, esta evolução contempla muitas vezes apenas pessoas já inclusas social e digitalmente continuando as minorias a ser um pouco negligenciadas ou discriminadas o que no actual modelo social e digital não faz sentido.

A tecnologia NFC poderá ser compreendida como facilitadora do acesso a serviços ou outras tecnologias e pode ser utilizada de uma forma praticamente universal dado o seu modo de funcionamento, uma vez que basta aproximar dois dispositivos que possuam a tecnologia e a comunicação é estabelecida. É uma tecnologia de comunicação sem fios de alta frequência e que funciona a curto alcance e é destinada, principalmente, a ser utilizada em dispositivos móveis.

Actualmente algumas das aplicações desta tecnologia estão relacionadas com pagamentos em supermercados, em que um telemóvel pode ser utilizado como um cartão de crédito. Para tal basta aproximar o telemóvel do terminal de pagamento e o pagamento será efectuado. Outras aplicações podem estar relacionadas com a compra, armazenamento e utilização de bilhetes para transportes públicos, envio automático de SMS, realizar chamadas automaticamente ou mesmo configurar o acesso a uma rede Wi-Fi ou o emparelhamento de dispositivos Bluetooth. Também nestes casos, a comunicação entre dispositivos se processa de forma semelhante à mencionada anteriormente.

Foi escolhida a tecnologia NFC como base uma vez que simplesmente funciona por contacto, o utilizador apenas tem que aproximar o seu dispositivo de um outro dispositivo NFC ou tag de forma a poder iniciar a comunicação. Dado que o público-alvo são pessoas com dificuldades visuais não seria sensato usar, por exemplo, a câmara que serve, entre muitas

outras coisas, como principal suporte a aplicações de realidade aumentada. Uma outra vantagem da utilização da tecnologia NFC reside na segurança associada à mesma, uma vez que funciona para distâncias muito curtas a captura de dados torna-se difícil.

As possíveis utilizações desta tecnologia são imensas e praticamente ilimitadas e tornam a vida das pessoas mais fácil e mais conveniente uma vez que assentam nos sistemas já existentes e no comportamento diário do ser humano. Permite também que o acesso a elementos multimédia e serviços de conteúdos seja fácil e que os pagamentos sejam mais simples, facilita ainda os processos de sincronização e partilha de informação e torna também mais simples a utilização de transportes e outros serviços públicos.

Em termos de mercado e segundo a IMS Research [1] foram vendidos em 2011 cerca de 35 milhões de smartphones com esta tecnologia e prevê-se que este número ascenda a 80 milhões em 2012.

Este projecto tem como objectivo averiguar e analisar possíveis desenvolvimentos associados à área móvel juntamente com a tecnologia NFC e apresentar uma interface móvel para invisuais.

## 2 Inclusão Social

Neste capítulo pretende-se contextualizar a aplicação desenvolvida em termos conceptuais. Os conceitos de inclusão social e inclusão digital são abordados. Apresenta-se e caracteriza-se o público-alvo bem como a legislação existente em termos de acessibilidade. Por ultimo, o design universal é introduzido e considerado de extrema importância na criação de interfaces utilizador.

A inclusão social é um conceito que se encontra intimamente relacionado com o conceito de exclusão social, e é complicado discutir a inclusão social sem abordar a exclusão social. Quando se abordam estes conceitos está-se perante duas extremidades de uma mesma dimensão.

O conceito de exclusão social é um conceito abstracto e a sua definição depende do contexto em que se insere. Para alguns é sinónimo de pobreza, outros preferem dar ênfase a aspectos como a participação social inadequada, falta de integração social e poder ou deficiência [2].

De uma forma geral, os países membros da união europeia definiram algumas questões que necessitam ser abordadas como indicadores de exclusão social tais como: pobreza, baixos níveis de qualificação, desvantagens no mercado de trabalho, desemprego, condições de saúde precárias, sem abrigo ou com condições habitacionais pobres, analfabetismo e incapacidade de participação na sociedade [3].

Por outro lado, a Health Canada [4] propôs uma definição, um pouco mais concreta, para exclusão social e especificou alguns grupos que poderão representar aqueles que se encaixam no perfil de excluídos: povos indígenas, emigrantes e refugiados, pessoas com deficiências, pais solteiros, crianças, jovens e mulheres em situações desvantajosas, pessoas idosas, gays, bissexuais e grupos raciais. Todas estas pessoas estão expostas a quatro factores de exclusão social:

- **Exclusão da sociedade civil:** excluídos através de sanções legais, mecanismos institucionais ou discriminação sistemática baseada na raça, etnia, deficiência, orientação sexual e religião;
- **Exclusão de bens sociais:** fracasso da sociedade em suprimir as necessidades de determinados grupos, tais como habitação para os sem-abrigo, serviços em diferentes idiomas para os emigrantes e sanções para persuadir a discriminação;
- **Exclusão da produção social:** negar oportunidades de participação e contribuição activa na sociedade;
- **Exclusão económica:** acesso desigual ou falta do mesmo na forma de vida em sociedade.

A inclusão social pretende ser uma resposta para todos os aspectos anteriormente mencionados e tem como potenciais vantagens [2]:

- Ampliar a definição de desvantagem de um conceito que se resume praticamente a pobreza;
- Enfatizar a importância de abordar as múltiplas barreiras que os mais desfavorecidos enfrentam muitas das vezes;
- Ressaltar a importância de ter serviços necessários para responder às necessidades individuais baseados na natureza do problema que enfrentam;
- Identificar o papel de instituições sociais em sistematicamente excluírem certos grupos ou comunidades e oferecer mudanças estruturais de forma a poder corrigir este facto.

No entanto, a inclusão social também poderá acarretar algumas desvantagens, sendo a mais preocupante a estigmatização de grupos ou comunidades identificadas como sendo socialmente excluídas.

Como já foi referido, o binómio inclusão/exclusão social torna-se complicado de abordar uma vez que, por um lado, depende de muitos factores e por outro, não é universal. No entanto, e recorrendo à definição de socialmente incluído proposta pela Australian Social Inclusion Board [5], para que uma pessoa seja socialmente incluída deverá ser-lhe dada a oportunidade para:

- Ter acesso a um emprego;
- Ter acesso a serviços;
- Ter ligação à família, amigos, trabalho, interesses pessoais e comunidade local;
- Debater-se com crises pessoais;
- Fazer ouvir a sua voz.

## 2.1 Contextualização do Público-alvo

A classificação do público-alvo engloba conceitos que não são universais e que variam consoante o país. Segundo Cunha [6], em Espanha, por exemplo, a designação de "Cego" (sem visão) não inclui o "Deficiente Visual" (DV), enquanto em Portugal a designação de DV abrange a totalidade dos indivíduos.

Para diferenciar as diferentes categorias de visão, a Organização Mundial de Saúde [7] propôs em 1989 um quadro de classificação com base em valores relativos à acuidade.

Categorias de visão	Grau de deficiência	Acuidade Visual
Visão normal	Nula	0,8 ou superior
	Ligeira	Menor que 0,8
Ambliopia	Moderada	Menor que 0,3
	Grave	Menor que 0,12
Cegueira	Profunda	Menor que 0,05
	Quase total	Menor que 0,02
	Total	Ausência da percepção de luz

Tabela 1 - Classificação da cegueira e das visões "subnormais" segundo a OMS

De acordo com ACAPO [8], a ambliopia também conhecida por baixa-visão, significa uma reduzida capacidade visual - qualquer que seja a origem - e que não melhora através de correcção óptica. Podem ser distinguidos dois tipos de ambliopia:

- A ambliopia orgânica (com lesão do globo ocular ou das vias ópticas);
- A ambliopia funcional (sem danos orgânicos).

Esta distinção é importante porque, contrariamente à ambliopia orgânica, a ambliopia funcional unilateral é susceptível a um tratamento reeducativo (através de exercícios de reabilitação adequados). Com frequência, a ambliopia atinge apenas um olho, deixando o outro intacto. Um exemplo de ambliopia funcional é o estrabismo.

Pode dizer-se que uma pessoa é amblíope a partir do momento em que se sinta incomodada em realizar visualmente uma tarefa, numa das 4 situações seguintes:

- Apreensão do espaço e deslocações;
- Realização das tarefas do dia-a-dia;
- Comunicação escrita;
- Necessite de esforço para efectuar as tarefas inerentes a uma das 3 primeiras situações.

Segundo Hugonnier-Clayette et al. [9] algumas noções clássicas permitem distinguir os diferentes tipos de cegueira. São elas:

- **Cegueira de locomoção ou prática** - *“a visão está num nível tal, que o sujeito já não pode encontrar seu caminho por meio da visão. Admite-se que a cegueira é real quando o sujeito não pode contar os dedos à distância de dois metros, ou quando o campo visual está reduzido a menos de 10°”*.
- **Cegueira legal** - *“é o grau de acometimento visual que permite a um indivíduo receber um auxílio”* e varia de acordo com o país no qual o indivíduo vive.

- **Cegueira profissional ou cegueira económica** - " *é a que impede um sujeito de desempenhar um trabalho qualquer. Corresponde à acuidade de 1/10 no melhor olho*".

De acordo com a idade em que a cegueira é adquirida podem ser diferenciados três grupos [6]. Primeiro o Cego congénito, ou também designado vulgarmente por "Cego de nascença". Em segundo lugar, o que cegou ainda jovem - ou seja, "a tempo" de aprender técnicas de adaptação social e funcional (como sejam a leitura em Braille e as técnicas de O&M). Por último, as pessoas que vieram a adquirir a cegueira na terceira idade ou que, por outro motivo (por exemplo por terem associadas outras incapacidades) não tiveram a possibilidade de aprender aquelas técnicas de modo a que se tornassem operativas.

Nos casos de cegueira adquirida, a pessoa possui uma memória visual pelo que existe, por analogia, a representação de espaços ou objectos.

### **Limitações interpostas socialmente**

Para as pessoas com este tipo de incapacidade existe uma luta diária com as limitações interpostas, desde o simples acto de saber em que ruas se encontram à compra de um produto num supermercado. Os deficientes visuais necessitam de bastante ajuda no seu quotidiano e qualquer inovação que favoreça a sua autonomia é vista com bons olhos. Um dos grandes guias existentes é a escrita em Braille mas de acordo com Graça Gerardo da ACAPO [10] "*O Braille caiu em desuso porque há software de voz que permite ouvir o que está no computador e há livros em áudio. Mas o Braille é fundamental para escrever bem*". Também de acordo com fonte da mesma associação a maior parte das vezes quem se dedica a aprender Braille são os cegos congénitos, os que não possuem memória visual.

De salientar ainda um depoimento feito, por um associado da ACAPO, em entrevista para este trabalho. Pretende-se relatar o processo de aprendizagem de leitura e escrita em crianças que nascem cegas ou com um resíduo visual muito baixo:

*"aprendi a ler e escrever através de 2 processos distintos. Em primeiro lugar, aprendi o formato das letras recorrendo a figuras representativas das mesmas em plástico e em plasticina. Depois, quando já sabia os seus formatos exactos, e dado que durante a minha infância possuía um pequeno resíduo visual que se deteriorou um pouco com o tempo, comecei a ler e escrever as palavras mais simples. Eu tinha um resíduo de aproximadamente uma décima apenas num dos olhos sendo que o outro já estava e está totalmente cego, pelo que quando me refiro a ler pequenas palavras, refiro-me a representações de uma palavra que ocupava uma página A 4 inteira na horizontal, escrita com um marcador preto muito grosso e cujos traços eram alargados com o marcador tanto quanto possível.*

*Mais tarde, tive acesso a uma lupa TV (aparelho que possui uma câmara que capta as páginas de um livro, por exemplo, e que as projecta num ecrã, sendo que o utilizador pode*

*alterar o tamanho e as tonalidades tanto do fundo, como das letras / imagens) para ler frases inteiras, sendo que abandonei este método dado que a minha acuidade visual era muito muito residual, pelo que para ler uma frase necessitava de fazer um grande esforço, pelo que fui aconselhado por médicos e professores a abandonar esse método e aprender o sistema braille bem como a utilizar leitores de ecrã. Hoje em dia, já não escrevo à mão, apesar de saber fazê-lo nem leio com os olhos dado que já me é totalmente impossível. Por outro lado, apesar de ainda se procurar ensinar às crianças cegas o formato das letras através de objectos, e a conjugação das mesmas em palavras, creio que hoje em dia se privilegia mais o braille em casos de cegueira total. Não obstante, continua a ensinar-se as crianças a ler e escrever as letras nos seus formatos originais, através, por exemplo de pautas que as ajudam a escrever uma frase direita numa folha de papel, sem ter de sentir o contorno das palavras, mas apenas a caneta que é acompanhada pela mão para que possa dar os espaços e colocar a pontuação nos locais adequados, note que para escrever textos através de este processo, a criança já tem de saber os formatos das letras e a sua conjugação em palavras.”*

Socialmente é inaceitável discriminar ou esquecer pessoas com deficiência visual, apesar de terem esta incapacidade são pessoas perfeitamente normais, com os mesmos direitos e deveres. A utilização da tecnologia em benefício desta população com vista à melhoria das condições de vida é portanto uma mais-valia.

## **2.2 Acessibilidade**

Acessibilidade significa que tanto o hardware como o software são utilizáveis por qualquer pessoa independentemente da limitação física ou incapacidade [11].

As tecnologias de comunicações móveis pretendem beneficiar pessoas com incapacidades e idosos e pretendem trazer benefícios consideráveis a utilizadores, com ou sem incapacidades, à medida que os provedores de serviços implementam estratégias inovadoras e processos de negócio para os promover [12].

De entre os inúmeros benefícios que as tecnologias móveis podem trazer a pessoas com incapacidades podem-se destacar o incremento da produtividade no trabalho ou escola, melhorias ao nível da segurança e uma redução do isolamento a que estas pessoas possam estar sujeitas. Implementado um design universal nas tecnologias móveis haverá um incremento na acessibilidade providenciada pelas mesmas o que permitirá a pessoas com incapacidades ou pessoas mais idosas usarem a tecnologia em seu benefício, trabalharem competitivamente e participarem activamente na sociedade bem como oferecerem funcionalidades adicionais para pessoas que sofram de algum tipo de incapacidade.

Com mais de 5 biliões de dispositivos móveis activos em todo mundo, e com o crescimento exponencial de aplicações móveis em todos os domínios de actividade, a acessibilidade em dispositivos moveis e as aplicações com auxílio para pessoas com incapacidades estão na agenda de todos os países que fazem parte da United Nations

Convention on the Rights of Persons with Disabilities [13]. Segundo esta organização, estimava-se que em 2011 havia em todo mundo cerca de 650 milhões de pessoas com algum tipo de incapacidade.

Tomando o exemplo concreto da empresa AT&T [14] é possível ter uma ideia de como seria desejável gerir a acessibilidade durante a fase de desenvolvimento de um produto.

Fazer com que a tecnologia esteja acessível a todos requer uma aproximação efectiva ao design do produto. Avaliar a acessibilidade do produto numa fase precoce do desenvolvimento reduz o custo de fornecer características acessíveis. Reaproveitar um produto que não é acessível pode ser muito dispendioso, ou até mesmo impossível. É por este motivo que a concepção de um produto ou serviço, deve aplicar um design centrado no utilizador.

O design centrado no utilizador obriga a um conhecimento e entendimento aprofundado dos factores humanos, ou como os indivíduos com diferentes níveis de incapacidade, necessidades ou limitações interagem com a sua envolvente. Desta forma, as equipas de desenvolvimento de produtos avaliam a acessibilidade e usabilidade dos produtos. No desenvolvimento de um produto devem ser identificados requisitos de design universal usando listas de acessibilidade, levando as equipas de desenvolvimento a pensar como é que uma pessoa com limitações poderia usar o produto. Esta avaliação das equipas de desenvolvimento torna-se posteriormente parte da documentação oficial do projecto [12].

### 2.2.1 Legislação

O decreto de lei n.º 33/2008 de 22 Julho [15] estabelece medidas de promoção da acessibilidade à informação sobre determinados bens de venda ao público para pessoas com deficiências e incapacidades visuais.

De acordo com o capítulo I denominado “Objecto e âmbito”, no seu artigo 1º está estabelecido:

1 - “A presente lei estabelece o regime de promoção e de garantia de acesso à informação, pelas pessoas com deficiências e incapacidades visuais, das características dos produtos disponibilizados nos estabelecimentos de comércio misto.

2 - Para efeitos da presente lei, entende-se por estabelecimento de comércio misto o local onde se exercem, em simultâneo, actividades de comércio alimentar e não alimentar, sem que cada uma delas, individualmente considerada, ultrapasse 90 % do respectivo volume total de vendas.”

O artigo 2.º denominado “Âmbito” determina que as sociedades que detenham mais de cinco estabelecimentos de comércio misto, funcionando sob insígnia comum, com área superior a 300 m<sup>2</sup>.

De acordo com o capítulo II denominado “Deveres das sociedades de distribuição” no artigo 3.º denominado “Acompanhamento personalizado e sistemas de informação” está estabelecido que:

1 - “As sociedades previstas no artigo anterior devem, nos estabelecimentos seleccionados de acordo com o artigo 6.º, dispor de serviços de acompanhamento personalizado para as pessoas com deficiências e incapacidades visuais, no acesso aos produtos que se encontrem expostos.

2 - O acompanhamento personalizado previsto no número anterior pode ser complementado por um sistema de informação adequado a pessoas com deficiências e incapacidades visuais.”

No artigo 4.º denominado “Informação em braille” está determinado que:

Nos estabelecimentos seleccionados nos termos do artigo 6.º é assegurada, no acto da compra, a impressão em braille, numa etiqueta por produto, da informação tida como necessária, nomeadamente a relativa a:

a) Denominação e características principais;

b) Data de validade.

### **2.3 Design Universal**

Nesta secção, apresenta-se uma visão geral do assunto em destaque, para enquadrar o trabalho deste projecto. Warschaner [16] defende que na sociedade de hoje a capacidade de aceder, adaptar e criar conhecimento usando tecnologias de informação e comunicação é importante para a inclusão social. As preocupações de inclusão social têm a ver com lacunas a serem superadas, fornecendo equipamentos para os desafios do desenvolvimento social a serem resolvidos através da integração efectiva das tecnologias em diversas comunidades. A importância da inclusão social não é apenas a disponibilidade física dos computadores e da Internet, mas sim a capacidade das pessoas para fazerem uso de tecnologias para se empenharem em práticas sociais significativas e ter uma normal, tanto quanto possível, vida social activa.

A proliferação de sistemas baseados em computadores e aplicações e o uso de interfaces computacionais introduziu novos desafios no desenho de interfaces de utilizador de alta qualidade, acessíveis e utilizáveis por uma população de utilizadores diversos. Esta população inclui as pessoas com deficiência visual, público alvo deste estudo.

Assim, tornou-se cada vez mais importante desenvolver interfaces que não só apoiem mais eficientemente e tornem mais efectiva a interacção com o utilizador, mas também que correspondam às expectativas e necessidades do utilizador final. As questões de acessibilidade em tecnologias input/output em dispositivos móveis devem ser consideradas. Ao longo deste trabalho mostra-se a necessidade de desenvolver uma interface de utilização universal, pessoas cegas, no caso, para garantir acessibilidade e melhor qualidade de interacção.

Stephanidis et al. [17] argumentou que o design universal é uma abordagem inclusiva e pró-activa que procura conciliar diversidade nos utilizadores e contextos de utilização de

produtos interactivos, aplicações e serviços, a começar na fase do design no ciclo de vida do desenvolvimento.

## 2.4 Resumo

Neste capítulo abordaram-se conceitos de cariz social, inclusão/exclusão social, que permitiram fazer um enquadramento com o público-alvo para o qual a interface se destina. Na contextualização do público-alvo são dadas definições para os diferentes tipos de cegueira e é também feita uma abordagem das barreiras interpostas socialmente.

É feita uma pequena abordagem da legislação portuguesa em vigor para acessibilidade a pessoas com problemas visuais. Com este subcapítulo pretende-se mostrar que há uma lei que promove e regulamenta a ajuda que deve ser prestada a estas pessoas.

Com o design universal deseja-se dar continuidade ao enquadramento feito nos subcapítulos anteriores e mostrar de que formas se deve contemplar o design de uma interface de modo a torná-la acessível independentemente do tipo de limitação do utilizador.

### 3 Inclusão Digital

Este capítulo tem por objectivo apresentar, de forma sumária, o conceito de inclusão digital o qual se torna importantíssimo no contexto do presente trabalho. Seguidamente, são abordadas as principais aplicações existentes no mercado, e que têm em conta a questão da acessibilidade para pessoas invisuais, bem como, o que existe em termos de hardware especialmente desenvolvido para o público-alvo caracterizado. Por fim, é apresentado um projecto desenvolvido para pessoas com deficiências visuais e idosos e que serviu como inspiração ao presente trabalho.

As alterações tecnológicas permeiam a maioria das áreas da sociedade e muitos aspectos diferentes da vida dos cidadãos. A crescente utilização das tecnologias de informação e comunicação, tais como Internet, entre todos os sectores da sociedade, levou a conceber as sociedades de informação. Torna-se difícil imaginar que uma economia moderna não seja afectada pelas novas tecnologias, apesar de nem todas as pessoas se encontrarem igualmente servidas. Como referido anteriormente, existe o binómio inclusão/exclusão social e este pode ser enquadrado também com o binómio inclusão/exclusão digital. De acordo com um estudo efectuado por Helsper [18], as pessoas com mais privações sociais são também aquelas com menos acesso a recursos digitais, tais como serviços online.

A inclusão digital é a capacidade de indivíduos e grupos acederem e utilizarem a informação e as tecnologias de comunicação e inclui [19]:

- Acesso à internet;
- Disponibilidade de hardware e software;
- Conteúdos e serviços relevantes;
- Formação para aprofundar capacidades de literacia digital.

De forma a haver uma participação completa na sociedade quer seja económica ou educacional, em termos de serviços de saúde ou compromissos cívicos, a inclusão digital é um requisito [19].

De acordo com Institute of Museum and Library Services, University of Washington Technology & Social Change Group, International City/ County Management Association [20], existem 5 princípios fundamentais para a inclusão digital:

- 1) Disponibilidade e acessibilidade
- 2) Acesso público
- 3) Acessibilidade para pessoas com incapacidades
- 4) Adopção e alfabetização digital
- 5) Protecção e educação do consumidor

Segundo a mesma fonte existem também 6 princípios alvo:

1. Educação
2. Economia
3. Compromissos cívicos
4. Segurança pública e serviços de emergência
5. Cuidados de saúde
6. Qualidade de vida

De forma a implementar todos estes princípios deverá haver um envolvimento de diversos sectores da sociedade. Os governos locais deverão ajudar a desenvolver um plano de inclusão digital e fornecer incentivos para a sua implementação. As bibliotecas e outras instituições da comunidade são os principais sítios onde deve ser fornecido acesso às tecnologias digitais, tal como formação e suporte, uma vez que são instituições seguras e de confiança e estão disponíveis na maioria das comunidades. As empresas ou negócios locais podem fornecer acesso à infra-estrutura de banda larga, bem como muitos serviços associados a essa mesma infra-estrutura. Podem também fornecer acesso à Internet em cafés, restaurantes ou hotéis. Finalmente, os indivíduos que são o centro de uma sociedade democrática devem também contribuir para esta causa. Estes têm a possibilidade de influenciar as políticas da comunidade, valores, e programas, uma vez que se podem expressar no processo político e podem ser defensores de uma possível inclusão digital. A inclusão digital, por seu turno, tem o potencial de melhorar aspectos pessoais, sociais e o bem-estar económico dos indivíduos bem como torná-los mais activos na participação social.

### **3.1 Software**

Em termos de software existem dois tipos de aplicações muito característicos e úteis a pessoas invisuais, os screen readers e o voice control. Os primeiros são basicamente aplicações que lêem o ecrã, ou seja, de acordo com a navegação feita pelo utilizador existe um sintetizador de voz que indica o item seleccionado ou a acção despoletada pelo utilizador. São também úteis para ler, por exemplo, websites.

Quanto ao voice control, permite controlar o dispositivo através de comandos de voz, por exemplo, efectuar uma chamada, escrever um SMS ou mesmo enviar um email.

Apesar de haver problemas associados à utilização da câmara dos dispositivos móveis por parte de pessoas invisuais, há empresas que apostam também nesta solução como forma de ajudar esta população.

De acordo com um estudo feito pela empresa Gartner [23] em Abril de 2011, a escolha dos principais sistemas operativos, Android e iOS, é feita com base nas previsões de vendas para os anos de 2012 e 2015. O Gráfico 1 apresenta os dados do estudo.

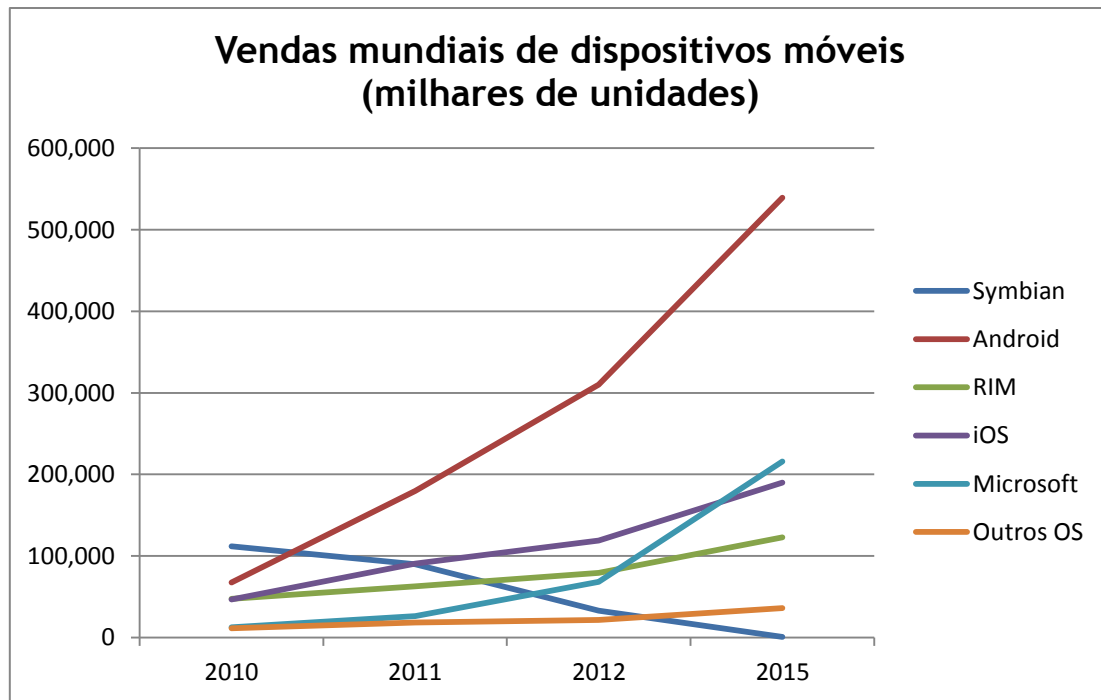


Gráfico 1 - Vendas mundiais de dispositivos móveis  
(Gartner [23])

Antes de passar aos dois principais sistemas operativos apenas algumas considerações acerca do sistema operativo da Microsoft.

O lançamento do Windows Phone 7 (WP7) foi algo controverso no que diz respeito à acessibilidade por pessoas com deficiência visual. Enquanto o seu predecessor, Windows Mobile 6.5, permitia a existência de leitores de ecrã o mesmo não se passa com o WP7 uma vez que é um sistema operativo completamente desenvolvido de raiz, pelo que nem os sistemas operativos anteriores nem os dispositivos nos quais corriam são compatíveis com a nova versão do sistema operativo. De acordo com declarações feitas por representantes da Microsoft [24], o facto de não haver suporte a leitores de ecrã deve-se a não ser tecnicamente viável. Tal situação gerou enorme polémica entre associações que defendem interesses de pessoas com deficiências visuais pelo que a Microsoft prometeu compensar esta falha já na próxima versão do seu sistema operativo.

### 3.1.1 Android

#### 3.1.1.1 *Mobile Accessibility*

O Mobile Accessibility [25] é uma aplicação desenvolvida para Android que permite ter acesso às principais funcionalidades do dispositivo móvel num único ecrã. É também um screen reader. Mesmo não estando dentro da aplicação Mobile Accessibility é possível saber sempre qual a navegação nos menus do sistema operativo uma vez que a aplicação guia o utilizador através de voz.

As principais funcionalidades a que o utilizador pode aceder dentro da aplicação Mobile Accessibility são:

- **Telefone** - Fazer chamadas, atender chamadas, ouvir a identificação do contacto que efectua a chamada e gerir os logs das chamadas.
- **Contactos** - Gerir contactos, mesmo os de redes sociais como o Facebook.
- **SMS** - Escrever e ler pequenas mensagens. Gerir conversas.
- **Alarmes** - Marcar alarmes.
- **Web** - Navegar através de controlos à escolha do utilizador (links, parágrafos, cabeçalhos...) de forma a navegar mais rapidamente para a informação de maior interesse para o utilizador. Adicionar páginas aos favoritos.
- **Calendário** - Criar, editar e apagar entradas no calendário. Ver todos os eventos por dia, mês ou ano.
- **Email** - Acesso total à conta associada ao dispositivo (Gmail).
- **Where am i?** - Aplicação GPS que informa o utilizador acerca da sua localização.
- **Apps** - Acesso à lista de aplicações instaladas no dispositivo.
- **Definições** - alterar o tom de toque, configurar notificações (vibração ou audio), configurar sons do teclado...

Permite também um rápido acesso à data e hora, informações sobre o status do dispositivo como bateria, acesso à rede, número de chamadas perdidas e mensagens por ler, etc.

A navegação no dispositivo pode ser feita não só através da trackball ou do teclado físico mas também através do touchscreen, caso exista. Basta mover o dedo no ecrã e a síntese de voz irá ler o texto seleccionado.

A introdução de texto pode ser feita através do teclado ou através do reconhecimento de voz.

De salientar que o Mobile Accessibility tem um custo associado e não se encontra instalado nativamente, incluída no próprio sistema operativo, nos dispositivos móveis, pelo que terá que ser feita a compra e instalação do mesmo posteriormente.

### **3.1.1.2      *TalkBack***

O TalkBack [26] é um screen reader desenvolvido para Android e que está disponível desde a versão 1.6 para este sistema operativo. Permite ao utilizador saber através de voz, sons e vibração a navegação que é feita nos diversos ecrãs do dispositivo. Ao clicar num determinado item do telemóvel é despoletado um comando de voz que permite ao utilizador saber que opção tem seleccionada.

A aplicação só vem instalada nativamente em alguns dispositivos, no entanto a instalação da mesma está disponível no mercado de aplicações (Play Store [27]) e não apresenta qualquer tipo de custo.

### 3.1.2 iOS

#### 3.1.2.1 *VoiceOver*

O VoiceOver [28] é um screen reader nativo para iPhone 3GS, iPhone4 e iPhone 4S. Permite interagir com todas as aplicações built-in no sistema operativo incluindo o browser, mail, música, calendário e notas.

#### 3.1.2.2 *Siri*

O Siri [28] é uma aplicação de voice control disponível para iPhone 4S. Apenas com voz permite enviar mensagens, fazer chamadas telefónicas, agendar reuniões ou fazer entradas na agenda. Com uma ligação de dados associada é possível fazer perguntas: o siri interpreta a pergunta e responde ao utilizador. Também é possível fazer ditados, o utilizador tem apenas que ditar frases ou números e o próprio dispositivo irá convertê-los para texto.

#### 3.1.2.3 *LookTel Money Reader*

A aplicação LookTel Money Reader [29] para iPhone que permite reconhecer notas através da camera do dispositivo. Ao apontar a camera para uma nota a mesma é reconhecida por um algoritmo de reconhecimento de objectos e através do VoiceOver é indicado ao utilizador qual a nota. A aplicação tem como contras o mau funcionamento para condições de baixa luminosidade bem como o facto de só reconhecer notas do sistema monetário norte-americano.

#### 3.1.2.4 *SayText*

A aplicação SayText [30] reconhece texto a partir de uma imagem, tais como a posologia de medicamentos ou o menu de um restaurante. O utilizador deve tirar uma foto e em seguida a aplicação irá ler o texto da imagem.

Aplicação	Sistema Operativo		Screen Reader	Voice Control	Reconhecimento objectos
	Android	iOS			
Mobile Accessibility	X		X	X	
TalkBack	X		X		
VoiceOver		X	X		
Siri		X		X	
LookTelMoneyReader		X			X
SayText		X			X

Tabela 2 – Resumo das principais aplicações de acordo com o sistema operativo e tipo de funcionalidade

Na Tabela 2 apresenta-se um resumo das aplicações anteriormente mencionadas e das suas principais características de acordo com o sistema operativo.

## 3.2 Hardware

### 3.2.1 Telemóveis

Quanto a telemóveis existentes no mercado, hoje em dia, quase todos os dispositivos seguem o mesmo padrão de design, sendo que, de uma forma geral, apresentam teclas grandes, teclado retro iluminado e uma alta autonomia de bateria.

De acordo com a Vision Australia [31], consórcio entre pessoas cegas ou com dificuldades visuais, na hora de comprar um smartphone devem ser tomadas em atenção as seguintes características:

#### Teclado físico e botões

- Botões que emitem som quando pressionados;
- Botões grandes e que possam ser sentidos individualmente. Um marcador táctil na tecla 5 é útil;
- Botões que emitem luz de forma a melhorar o contraste.

#### Ecrã

- A maioria dos ecrãs é a cores. Permitem o ajuste do brilho e outras características como o esquema de cores para poder melhorar o contraste;
- Alguns telemóveis permitem ter a fonte em tamanho muito grande.

#### Marcação e memória

- Marcação rápida - há teclas que podem ser programadas para que um número esteja atribuído a determinada tecla;
- Marcação por voz;
- Um telefone que diz ao utilizador o nome ou número para o qual se está a ligar.

#### Outras características

- Não ser demasiado pequeno para segurar ou encontrar na mala;
- Não se desbloqueie acidentalmente;
- Fácil utilização a atender e desligar chamadas.

Existem alguns protótipos que vão um pouco mais além do apresentado mas que por enquanto se mantêm apenas como protótipos.

Nestes protótipos encontra-se o B-Touch [32] que é um smartphone que permite aos utilizadores invisuais o mesmo tipo de versatilidade que um smartphone comum permite. Em vez de um touchscreen, o B-Touch tem uma interface em Braille que permite a navegação pelos diversos menus apresentados pelo mesmo, reconhecimento de voz, sistema de navegação simples e um scanner incorporado que permite ler o texto de uma página bem como reconhecer objectos.

### 3.2.2 EasyLink 12

O EasyLink12 [34] é um teclado Braille para ligação a dispositivos móveis através da tecnologia Bluetooth. Constituído por 6 teclas Braille para input, 2 teclas de navegação e joystick e 12 células Braille, permite a escrita e leitura em dispositivos móveis. Pode ter aplicações tão diversas como enviar e receber mensagens, enviar e receber mails, adicionar contactos ou fazer notas.

### 3.3 PharmaFabula

Em 2010, na Universidade Pontifícia de Salamanca foi desenvolvido um projecto que deu pelo nome de PharmaFabula, este projecto foi premiado pelo NFC Forum [22]. De acordo com o descrito no site oficial do projecto [21] existiam como principais objectivos:

- Ajudar pessoas cegas no reconhecimento de medicamentos através de uma aplicação de fácil utilização;
- Desenvolver uma solução simples mas poderosa e acessível baseada na tecnologia NFC;
- Ser válida para todo o tipo de utilizadores;
- Ser capaz de personalizar a informação para cada paciente.

De uma forma geral, o projecto é baseado na tecnologia NFC e RFID [33] para dispositivos móveis e o principal objectivo é identificar objectos comuns e descrevê-los em formato multimédia tal como vídeo ou áudio.

A aplicação PharmaFabula requer apenas um dispositivo com tecnologia NFC e tags RFID para serem colocadas na embalagem dos medicamentos. Adicionalmente, a aplicação pode fornecer informações pessoais tais como dosagem ou duração do tratamento para cada paciente. Existem dois contextos associados:

#### Contexto de administrador:

1. O médico ou farmacêutico escrevem a descrição do medicamento e enviam-na posteriormente para o servidor.
2. O servidor converte a informação recebida num ficheiro áudio. Após isso, calcula um ID associado ao medicamento e devolve-o para que possa ser escrito na tag incluída na caixa do medicamento.

#### Contexto de utilizador:

1. A aplicação lê o ID escrito na tag

2. Liga-se ao servidor de forma a receber o ficheiro multimédia associado ao medicamento
3. É feito o download do ficheiro e posteriormente reproduzido o conteúdo do mesmo

Tais contextos estão ilustrados na Figura 1.



Figura 1 - Contextos da aplicação PharmaFabula  
(Fonte: <http://www.upsa.es/clubinnovacion/proyectos/2009/pharmafabula.php>)

Como principais benefícios desta aplicação podem-se referir:

- Muito útil para pessoas cegas e com muitas outras aplicações em outros contextos;
- Simples e muito fácil de utilizar;
- Barata;
- De fácil distribuição.

### 3.4 Resumo

Neste capítulo, importa reter o conceito de inclusão digital e o que deve ser feito para que as pessoas sejam incluídas digitalmente. O acesso à tecnologia deve contemplar todas as pessoas, independentemente da sua condição. O conceito de inclusão digital tem uma grande afinidade com os conceitos de inclusão/exclusão social abordados no capítulo 2.

É feita uma análise das aplicações fundamentais desenvolvidas para pessoas com dificuldades visuais, para os principais sistemas operativos bem como uma análise do hardware disponível.

O projecto PharmaFabula é abordado devido a ser uma grande inspiração para o conceito que se pretende desenvolver no presente trabalho.

## 4 Tecnologia NFC

Este capítulo apresenta a tecnologia NFC em pormenor. São abordados conceitos como a definição do que é a tecnologia, os principais protocolos de comunicação, os tipos de tags existentes e no final, é feita uma abordagem do ecossistema NFC e suas envolventes.

### 4.1 Introdução

NFC é uma tecnologia de ligação sem fios de curto alcance que evoluiu de uma combinação de identificação sem contacto e outras tecnologias de interconexão. Permite interações intuitivas e simples entre dispositivos.

O NFC Forum é um consórcio da indústria para o desenvolvimento e melhoria da tecnologia NFC, garantido interoperabilidade entre dispositivos e serviços [35]. Baseado na tecnologia NFC, o NFC Forum criou o NFC Data Exchange Format (NDEF) [36], os tipos de tag NFC Forum e os Record Type Definition (RTD) [37]. NDEF é um formato de dados para encapsular e identificar os dados das aplicações que são trocados entre dispositivos NFC.

Os dispositivos NFC Forum implementam pelo menos as partes obrigatórias da pilha protocolar NFC Forum e estão em conformidade com os requisitos de interoperabilidade do NFC Forum. Podem suportar diferentes modos de operação NFC Forum [38]: modo NFC Forum Peer - to - Peer (P2P) (obrigatório), modo NFC Forum Reader/Writer (obrigatório) e o modo NFC Forum card emulation (opcional). Os dispositivos NFC Forum podem ser dispositivos móveis (telemóveis, smartphones, tablets...), computadores pessoais ou dispositivos electrónicos.

As tags NFC Forum são cartões sem contacto baseadas em produtos disponíveis actualmente, capazes de armazenar dados formatados segundo o formato NDEF e são compatíveis com uma das quatro plataformas definidas pelo NFC Forum Tag [39](tipo 1 [40], tipo 2 [41], tipo 3 [42] ou tipo 4 [43]) ou um dispositivo alvo de acordo com a ISO/IEC 18092.

Os RTD definem o tipo de dados que são gravados na tag.

O formato NDEF e as tags NFC permitem novos tipos de aplicações tais como Smart Poster, configuração automática de comunicações sem fio (tais como Bluetooth e WiFi), e troca de cartões electrónicos.

### 4.2 Definição

NFC é um standard definido pelo NFC Forum, um consórcio global de hardware, software, companhias de cartões de crédito, bancos, Internet Service Provider (ISP) e todos aqueles que estão interessados no avanço e standardização desta promissora tecnologia [35].

É caracterizado como uma interface de comunicação sem fios que funciona a muito curta distância e que apresenta enorme potencial, especialmente quando aplicada a dispositivos móveis. O NFC apresenta um leque alargado de benefícios tanto para

consumidores como para diversas áreas de negócio, entre os principais benefícios destacam-se [39]:

- **Intuitivo:** As interações com um dispositivo NFC requerem apenas um simples toque;
- **Aberto e baseado em standards:** Segue standards implementados universalmente;
- **Seguro:** funciona a muito curta distância;
- **Interoperabilidade:** NFC trabalha com tecnologia já existente de cartões sem contacto.

### 4.3 Modos de operação

A *interface* de comunicação NFC pode operar segundo 2 modos distintos, de acordo com a norma ISO 18092 [44], o modo passivo e modo activo.

No modo passivo, o dispositivo que inicia a comunicação, initiator, gera um campo RF que permite a comunicação e que é utilizado pelo dispositivo alvo, target, para transmitir dados de volta para o initiator.

No modo activo, tanto initiator como target têm capacidade de gerar um campo RF. Este campo é gerado alternadamente de forma a poderem comunicar. Basicamente um dispositivo que esteja a aguardar dados desactiva o seu campo RF.

De uma forma geral dispositivos com bateria podem operar em ambos os modos. Se o dispositivo não tem bateria então só opera em modo passivo, como exemplo para este modo existem as tags NFC. A Tabela 3 mostra, de acordo com a norma ISO 18092, para o modo activo as codificações e modulações para os diferentes bit rates.

NFC		Modo Activo			
		Initiator / Target		Target / Initiator	
Standard	Bit Rate	Modulação	Codificação	Modulação	Codificação
ISO 18092	106 kbps ( $f_c/128$ )	ASK 100%	Miller Modificado	ASK 100%	Miller Modificado
	212 kbps ( $f_c/64$ )	ASK 8-30%	Manchester	ASK 8-30%	Manchester
	424 kbps ( $f_c/32$ )	ASK 8-30%	Manchester	ASK 8-30%	Manchester

Tabela 3 - Codificação e modulação para o modo activo de acordo com a norma ISO 18092 para diferentes bit rates

A Tabela 4 mostra, de acordo com a norma ISO 18092, para o modo passivo as codificações e modulações para os diferentes bit rates.

NFC		Modo Passivo			
		Initiator / Target		Target / Initiator	
Standard	Bit Rate	Modulação	Codificação	Modulação	Codificação
ISO 18092	106 kbps ( $f_c/128$ )	ASK 100%	Miller Modificado	Modulação carga da subportado ra ( $f_c/16$ )	Manchester
	212 kbps ( $f_c/64$ )	ASK 8-30%	Manchester	Modulação carga	Manchester
	424 kbps ( $f_c/32$ )	ASK 8-30%	Manchester	Modulação carga	Manchester

**Tabela 4** - Codificação e modulação para o modo passivo de acordo com a norma ISO 18092 para diferentes bits rates

#### 4.4 Modos de comunicação

Opera na frequência de 13.56MHz de acordo com a norma ISO 18000-3 [45], e envolve taxas de transferência com velocidades entre os 106 kbps e os 424 kbps. A comunicação via NFC é despoletada quando dois dispositivos compatíveis com a tecnologia se aproximam, tipicamente a uma distância máxima de 4 centímetros. Os dispositivos NFC oferecem três diferentes modos de comunicação [46] baseados nos standards ISO 18092 e ISO 14443 [47]:

- Reader/Writer
- Peer-to-Peer
- Card Emulation

A Tabela 5 mostra estes três modos de comunicação.

Read / Write	Peer - to - Peer	Card Emulation
Applications		
NFC Forum protocol bindings	RTDs & NDEF	Card Emulation  (Smart Card Capability)
P2P - LLCP (Logical Link Control Protocol)	NFC Tag Type 1, 2, 3, 4	
RF Transport Layer  (ISO 18092, ISO 14443-3, FeliCa, Proprietary Protocol)		
RF physical layer / RF link layer / data frames and anti - collision layer (RF Layer ISO 18092, ISO 14443A&B, FeliCa)		

Tabela 5 - Modos de comunicação NFC

Um dispositivo NFC pode alterar o seu modo de operação e operar em cada um dos modos referidos anteriormente.

Para o modo Reader / Writer, o dispositivo NFC é capaz de ler tags compatíveis com os standards definidos no NFC Forum, tal como no cenário em que é lido um SmartPoster [48], em que é obtida informação adicional ao ler a tag. Dependendo dos dados armazenados na tag, o dispositivo NFC toma uma acção apropriada sem qualquer intervenção do utilizador. Se a partir da tag for lido um Uniform Resource Identifier [49], o dispositivo irá, por exemplo, abrir um web browser.

Na Figura 2 está ilustrado o modo Reader / Writer. O dispositivo móvel através do chip NFC lê a tag. A norma ISO 14443 é um standard utilizado para a transmissão de dados para este tipo de comunicação entre tags / smartcards e dispositivos com tecnologia NFC. A norma ISO 15963 [50] estabelece a gestão de tags RFID, assegurando que existe um identificador único associado a cada tag.

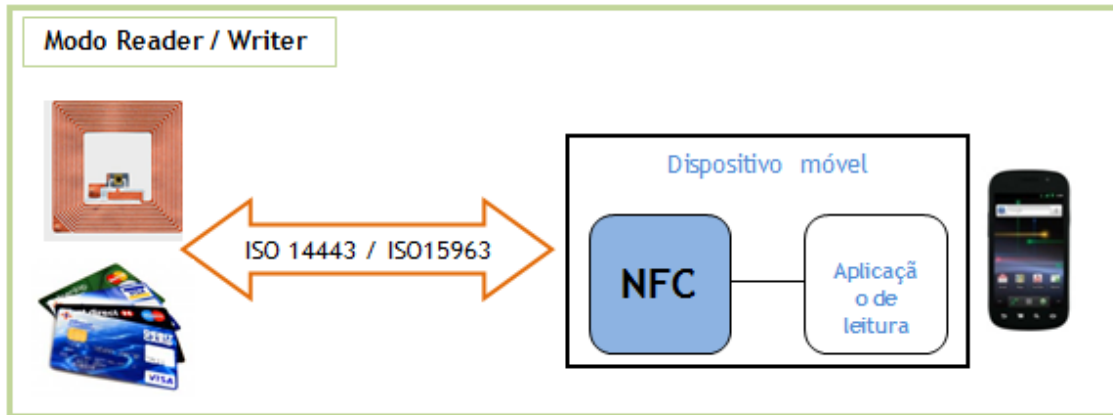


Figura 2 - Modo Reader / Writer

O modo NFC P2P, ISO 18092, permite que dois dispositivos NFC estabeleçam uma ligação bidireccional para trocar de contactos, emparelhamento Bluetooth ou qualquer outro tipo de dados.

De forma a estabelecer uma ligação, um cliente NFC (NFC P2P initiator) procura um dispositivo (NFC P2P target) para estabelecer a ligação. O formato NDEF, especificado pelo NFC Forum, é utilizado para troca de dados. A Figura 3 ilustra a comunicação P2P.

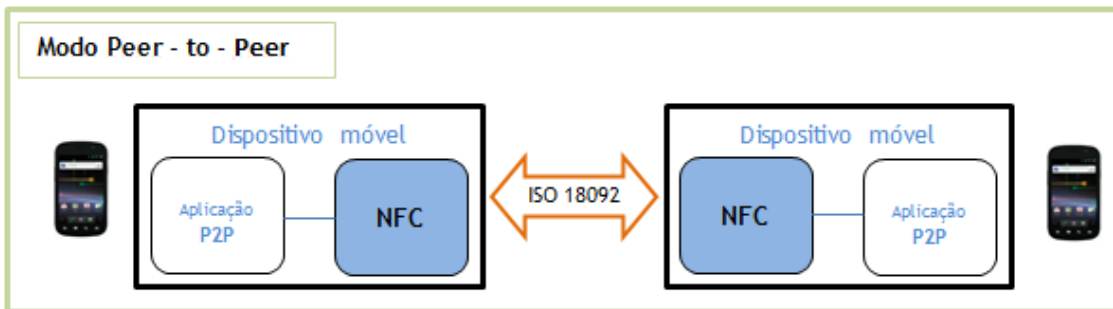


Figura 3 - Modo Peer - to - Peer

Um dispositivo NFC pode actuar como um smartcard, ISO 14443, após ser alterado para o modo de emulação de cartões. Neste caso um leitor externo não consegue fazer distinção entre um smartcard e um dispositivo NFC que emula um smartcard. Este modo de comunicação é útil para pagamentos sem contacto ou para aplicações que envolvam bilhetes. Actualmente, um dispositivo NFC é capaz de guardar dados de diversos smartcards e emular cada um deles de acordo com a aplicação que está a ser corrida pelo sistema operativo. A Figura 4 ilustra o modo card emulation. A norma ISO 14443 é o standard utilizado para estabelecer comunicações entre o chip NFC e um leitor de smartcards sem contacto.

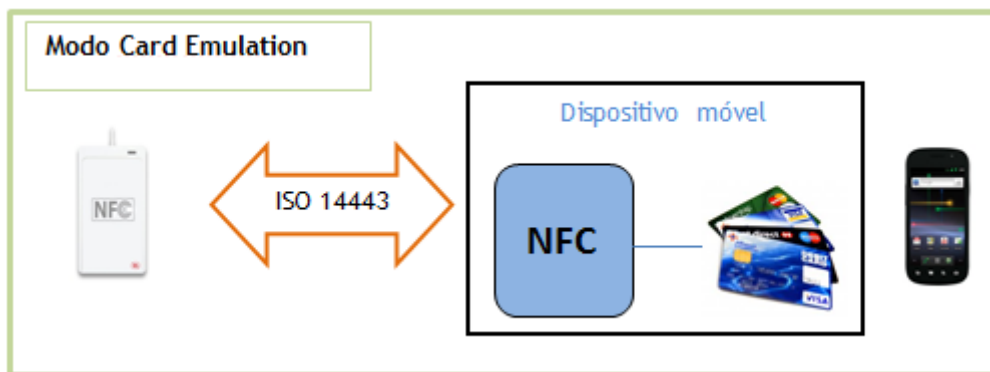


Figura 4 - Modo Card emulation

## 4.5 Protocolos de comunicação

### 4.5.1 NFC Logical Link Control Protocol (LLCP)

O LLCP [51] está definido na segunda camada do modelo OSI [52] para dar suporte a comunicações P2P entre dispositivos NFC, e que é essencial para quaisquer aplicações NFC que envolvam comunicações bidireccionais. A especificação define dois tipos de serviços, connectionless e connection-oriented, organizados em três classes de serviços: serviço apenas connectionless, serviço apenas connection-oriented e ambos do tipo serviço connectionless e connection-oriented. O serviço connectionless oferece apenas uma configuração mínima do serviço em que não há garantias de fiabilidade ou controlo de fluxo das mensagens (relegando estas questões para aplicações e para as garantias de fiabilidade oferecidas pelas normas ISO/IEC 18092 e ISO/IEC 14443). Este serviço é muito semelhante ao enviar uma carta por serviço postal, os dados são enviados e é espectável que chegue ao destinatário.

O serviço connection-oriented, por outro lado, oferece fiabilidade na entrega, controlo de fluxo e correcção de erros ao pedir que os dados que não foram recebidos correctamente sejam novamente enviados. Este serviço é semelhante aquele oferecido aquando de uma chamada telefónica; a ligação é estabelecida ao marcar um número, esperar que o telefone toque, alguém do outro lado atende a chamada e fala. Durante a conversa, a conversação mantida entre os intervenientes na chamada é a garantia de que os dados são entregues. No caso de umas das partes não ouvir correctamente, pede ao outro interveniente que repita, é a garantia que há correcção de erros.

LLCP é um protocolo compacto, baseado no standard IEEE 802.2 [53] da indústria, estabelecido para suportar tanto pequenas aplicações com requisitos mínimos para transporte de dados, tais como pequenas transferências de ficheiros, ou por outro lado suportar protocolos de rede tais como OBEX [54] e TCP/IP [55], que por outro lado oferecem um serviço mais robusto às aplicações.

O protocolo LLCP oferece assim um suporte sólido às aplicações P2P, melhorando as funcionalidades básicas oferecidas pela norma ISO/IEC 18092, mas sem ter impacto na interoperabilidade de aplicações NFC legadas ou chipsets.

## 4.5.2 NFC Data Exchange Format

A especificação NDEF define o formato de encapsulamento de dados para troca de informação, por exemplo, entre um dispositivo NFC Forum e outro dispositivo NFC Forum ou uma tag NFC Forum.

A especificação NDEF define não só o formato de dados mas também as regras para construir uma mensagem NDEF válida com um ou mais NDEF records ordenados e sem quebras e em que cada um deles pode transportar diferentes payload type.

Os NDEF records transportam as payloads que por sua vez contêm os dados da aplicação.

Um NDEF record tem 3 parâmetros para descreverem as payload: payload length, payload type e payload identifier que é opcional. Estes parâmetros podem ser descritos da seguinte forma:

- Payload length : basicamente o tamanho dos dados
- Payload type: o tipo da payload, ou seja, a forma como os dados devem ser interpretados. Este parâmetro define o Type Name Format (TNF [36]), que pode ser do tipo:
  - URI - o record está formatado como URI
  - Well-Known [36] - especificado pelo NFC Forum
  - Multipurpose Internet Mail Extension (MIME [56]) - o record é do tipo well-known MIME type, definido fora do NFC Forum
  - External [37] - Formatado de acordo com uma especificação externa

Estes tipos serão especificados em detalhe mais adiante.

- Payload identifier: Este parâmetro opcional permite que as aplicações instaladas no dispositivo do utilizador identifiquem as payloads que são transportadas nas mensagens NDEF.

Um exemplo de uso de uma mensagem NDEF acontece quando dois dispositivos NFC Forum estão próximos e é trocada uma mensagem NDEF através do protocolo LLCP.

Na Figura 5 está ilustrada a estrutura duma mensagem NDEF.

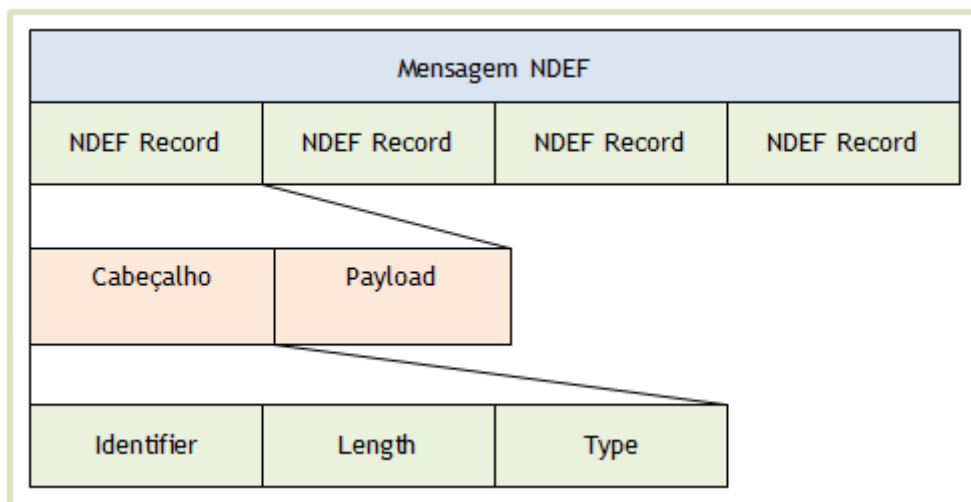


Figura 5 - Estrutura Mensagem NDEF

Na Figura 6 está ilustrada uma mensagem do tipo NDEF com três records. Cada mensagem pode conter tantos *records* quantos aqueles permitidos pelo espaço disponível.

Mensagem NDEF		
Email (message/rfc822)	Pic1.png (image/png)	Pic2.png (image/png)

Figura 6 - Mensagem NDEF com uma mensagem de mail e dois anexos

#### 4.5.3 Record Type Definition (RTD)

O NFC Forum especificou o RTD como sendo o formato e as regras para a construção de tipos de records padrão (well-know types) utilizados por definições de aplicações que são baseadas no formato de dados NDEF.

A especificação RTD oferece uma maneira eficiente para definir formatos de records para novas aplicações e dá aos utilizadores a oportunidade de criarem as suas próprias aplicações com base nas especificações do NFC Fórum.

Esta especificação fornece normas para a definição de well-know types para inclusão na troca de mensagens NDEF entre dispositivos NFC Forum e entre dispositivos NFC Forum e tags NFC Forum. Estes well-known types podem ser Text, URI, Smart Poster, e Generic Control [57] e serão detalhados mais adiante.

#### 4.5.4 Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)

MIME é um standard utilizado em vários tipos de comunicações em que há a necessidade de especificar que tipo de informação é utilizado e encontra-se especificado no RFC 2045 [58]. MIME é apenas uma especificação, por noma os dados que se pretendem transmitir são codificados noutra formato. O tipo de informação a transmitir é identificado

por um type e um subtype, por exemplo texto/plain, em que texto é o type e plain o subtype. Todos os types e subtypes encontram-se listados no Internet Assigned Numbers Authority (IANA), a permissão da listagem neste site oficial encontra-se especificado na norma RFC 2045.

#### 4.5.5 Record Types

O campo type de um record numa mensagem NDEF contém o nome desse record type (chamado “record type name”). Os record type names são utilizados pelas aplicações NDEF para identificar a semântica e estrutura do conteúdo de um record.

Os record type names podem ser especificados em diversos formatos, que são descritos no campo TNF no cabeçalho de um record NDEF e podem ser MIME media types, absolute URIs, NFC Forum external type names, ou podem ser well-known NFC type names (ou RTDs, como referido anteriormente).

Estes record type names podem ser definidos pelo NFC Forum e por terceiros.

RTDs reconhecidos pelo NFC Forum são identificados no cabeçalho das mensagens NDEF dentro do campo TNF (Type Name Format).

O tamanho do campo TNF é de 3 bits e os seus valores podem ser:

- 0x00 - “Empty”, utilizado quando é necessário fechar uma mensagem
- 0x01 - “NFC Forum well-known type”, utilizado quando a mensagem é um RTD do NFC Forum
- 0x02 - “Media type as defined RFC 2046 [59]”, utilizado quando o conteúdo da tag é um media type definido na norma RFC 2046
- 0x03 - “Absolute URI as defined in RFC 3986 [60]”, utilizado quando o conteúdo é um URI especificado na norma RFC 3986
- 0x04 - “NFC Forum external type”, quando é identificado conteúdo numa tag definido por outra entidade
- 0x05 - “Unknown”, utilizado quando o conteúdo não é reconhecido por nenhuma entidade
- 0x06 - “Unchanged”, utilizado quando o conteúdo está fragmentado
- 0x07 - “Reserved”, não é utilizado

##### 4.5.5.1 *NFC Forum well-known type (0x01)*

Estes tipos são reconhecidos pelo NFC Forum [37], foram especificados para serem utilizados em tags e devem ser utilizados quando não há um equivalente do tipo MIME ou URI, ou quando por limitações do tamanho da mensagem deve ser utilizado um nome muito curto.

Estes tipos são RTDs Text, URI, Smart Poster e Generic Control.

Um NFC Forum well-known type é um URD (Uniform Resource Name) definido na norma RFC 2141 com Namespace Identifier (NID) “nfc”. Para os well-known types deve usado o prefixo “wkt”. No entanto quando for colocado na mensagem NDEF o conteúdo deverá ser escrito como URI relativo (norma RFC 3896), omitindo o NID e prefix.

Por exemplo, para o well-know type “urn:nfc:wkt:example” deverá ser escrito como “example”, e uma vez que começa com letra minúscula assume-se, dentro da categoria NFC Forum well-know type como um NFC Forum Local type. Os NFC Forum Local types devem ser utilizados, por exemplo, para processar informação entre records de uma mensagem NDEF e não podem ser processados se não estiverem dentro do contexto de uma aplicação.

Um outro exemplo, para um well-know type será “urn:nfc:wkt:Global”, que deverá ser escrito como “Global” e, uma vez que começa com letra maiúscula assume-se, dentro da categoria NFC Forum well-know type, como um NFC Forum Global type [37]. Os NFC Forum Global types, podem ser utilizados, por exemplo, para lançar uma aplicação após leitura de uma tag NFC Forum.

#### 4.5.5.1.1 Text

O RTD Text [61] é usado quando o conteúdo da tag é texto. Pode ser escrito na mesma tag em várias línguas. O RTD NFC para texto é o caractere “T”. O texto pode ser codificado no formato UTF-8 [62] ou UTF-16 [63], o MIME utilizado deverá ser “text/xhtml;format=fixed”. As mudanças de linha devem ser representadas com o formato CRLF [64], os espaços em branco e as novas linhas devem ser colapsados. Se o texto descreve um elemento, este elemento deve estar antes da descrição. Os códigos da linguagem devem ser utilizados de acordo com a norma RFC 3066 [65]. A Tabela 6 mostra a estrutura do RTD Text.

Offset (bytes)	Tamanho (bytes)	Conteúdo
0	1	Status byte
1	N	Código linguagem (codificação US-ASCII)
N+1	M	Texto com codificação UTF-8 ou UTF-16

Tabela 6 - Estrutura do RTD Text

Bit número...	Tamanho (bytes)
7	0 - Texto codificado com UTF-8 1 - Texto codificado com UTF-16
6	RFU
5...0	Tamanho do código da linguagem IANA

Tabela 7 - Status byte

O tamanho (M) do código da linguagem IANA é calculado por:

$M = \text{tamanho do payload} - \text{tamanho do código da linguagem} - 1$

#### 4.5.5.1.2 URI

O RTD URI [49] é utilizado quando o conteúdo da tag é um URI, o RTD NFC é o caractere “U”, este RTD é útil quando é necessário referenciar recursos da internet. O URI tem dois grupos de bytes: o byte 0 é o código identificador do URI e os outros bytes são o conteúdo do URI. A Tabela 8 mostra todos os códigos identificadores do RTD URI. Cada código representa um protocolo. Por exemplo, se o utilizador necessita escrever uma tag com o protocolo http necessita apenas adicionar o código 0x03 no prefixo da tag.

Decimal	Hexadecimal	Protocolo
0	0x00	Não se aplica
1	0x01	http://www.
2	0x02	https://www.
3	0x03	http://
4	0x04	https://
5	0x05	tel:
6	0x06	mailto:
7	0x07	ftp://anonymous:anonymous @
8	0x08	ftp://ftp.
9	0x09	ftps://
10	0x0A	sftp://
11	0x0B	smb://
12	0x0C	nfs://
13	0x0D	ftp://
14	0x0E	dav://
15	0x0F	news:
16	0x10	telnet://
17	0x11	imap:
18	0x12	rtsp://
19	0x13	urn:
20	0x14	pop:
21	0x15	sip:
22	0x16	sips:
23	0x17	tftp:
24	0x18	btspp://
25	0x19	btl2cap://
26	0x1A	btgoep://
27	0x1B	tcpobex://
28	0x1C	irdaobex://
29	0x1D	file://
30	0x1E	urn:epc:id:
31	0x1F	urn:epc:tag:
32	0x20	urn:epc:pat:
33	0x21	urn:epc:raw:
34	0x22	urn:epc:
35	0x23	urn:nfc:
36...255	0x24...0xFF	Reservado para uso futuro

Tabela 8 - Códigos identificadores do RTD URI

#### 4.5.5.1.3 Smart Poster

O RTD é Smart Poster [48] utilizado para mostrar mais informação numa tag NFC. A sigla RTD NFC utilizada para o Smart Poster é “Sp”. Este RTD utiliza outros RTD’s como Text e URI. O Smart Poster tem um título, um URI, uma acção recomendada, um ícone e o tamanho.

- Título - deverá ser utilizado um RTD Text e é impossível ter dois ou mais títulos com a mesma linguagem.
- URI - deverá ser utilizado o RTD URI e deverá existir apenas um por tag.
- Acção recomendada - é um tipo local e é acção sugerida para que o dispositivo utilize após ler uma tag. O sigla NFC Local Type é “act”.
- Ícone - este campo pode conter duas coisas, uma imagem com o MIME type “image/jpeg”, “image/png” ou outra, ou um vídeo com o MIME type “video/mpeg” ou outro. O dispositivo de leitura escolhe qual o ícone a exibir.
- Tamanho - este campo representa o tamanho do conteúdo, é utilizado pelo dispositivo para escolher se faz download ou não.

#### 4.5.5.1.4 Generic Control

O RTD Generic Control [66] fornece uma forma simples de despoletar acções específicas (tais como iniciar uma aplicação ou definir um modo) num dispositivo NFC Forum (dispositivo destino) a partir de outro dispositivo NFC Forum, tag ou cartão através da comunicação NFC.

Foi implementado de forma a permitir:

- O acesso a funções ou aplicações que não se encontram cobertas por MIME type records ou outros NFC Forum Global Type records.
- Que o dispositivo que inicia a comunicação indique explicitamente ao dispositivo de destino que execute uma certa função ou aplicação de forma a executar uma acção.

Um MIME type record numa mensagem NDEF permite o acesso indirecto a uma função ou aplicação associada. Quando há múltiplas funcionalidades e/ou aplicações no dispositivo de destino e algumas partilham o mesmo MIME type, só uma delas é escolhida para processar os dados contidos no record. A associação entre os dados e a função ou aplicação é determinada pelo dispositivo de destino. Este facto pode levar a resultados diferentes do que aqueles que o dispositivo que inicia a comunicação está à espera.

Outros NFC Forum Global Type records assumem implicitamente uma aplicação dedicada. Esta característica não resolve todas as limitações dos MIME type records porque apenas um número limitado de tipos populares se encontram definidos como NFC Forum Global Types.

Para resolver a questão anterior, um Generic Control é capaz de solicitar qualquer aplicação no dispositivo de destino. Permite ao Generic Control especificar explicitamente qual a função ou aplicação que deve ser acedida.

A mensagem NDEF é recebida pelo receptor NFC e o record type é identificado pelo parser NDEF, os dados do record são encaminhados para o record dispatcher e o dispatcher determina qual o handler que irá tratar do record. Após a associação entre os dados e a aplicação correspondente (ou função) ser resolvida pelo handler (MIME Handler para MIME type records e RTD Handler para records NFC Forum Global type), o launcher da aplicação lança a aplicação associada, se necessário, e entrega os dados à aplicação. De salientar que para MIME type records e NFC Forum Global types (“Sp”, “T”, “U”) são lançadas aplicações pré-definidas e no caso do Generic Control é possível definir explicitamente qual a aplicação que se pretende lançar.

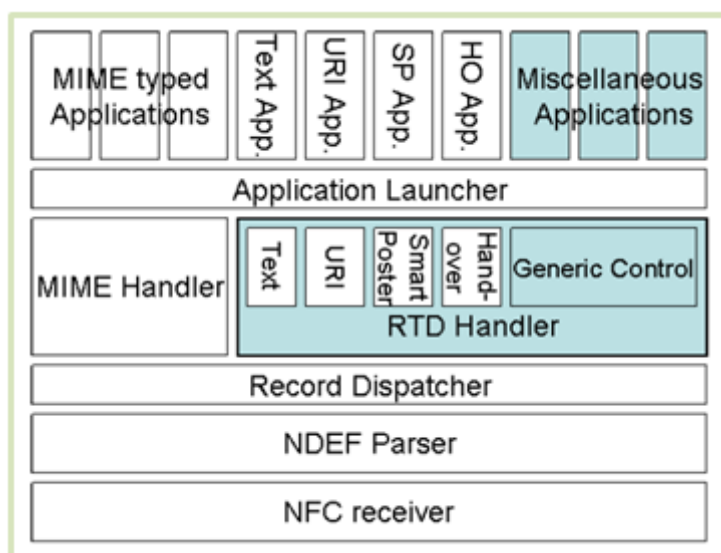


Figura 7 -Estrutura de processamento da mensagem NDEF  
 (Fonte: NFC Forum Generic Control Record Type Definition Technical Specification 1.0)

De salientar que o tipo handover é, por exemplo, uma tag que contém os dados de configuração de uma ligação WiFi e o utilizador ao aproximar o seu dispositivo da tag, este fica automaticamente configurado para se ligar à rede.

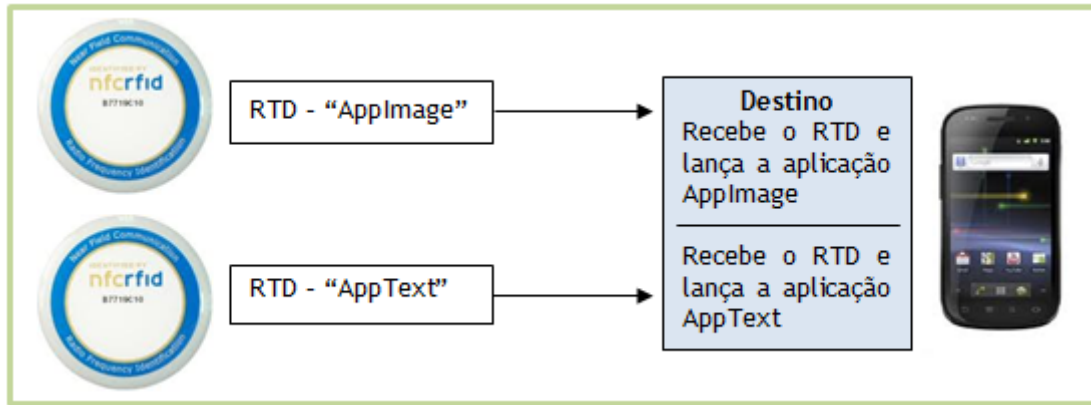


Figura 8 - Lançar diferentes aplicações a partir de rtd's diferentes

#### 4.5.5.2 NFC External Type (0x04)

O NFC External [37] deve ser utilizado por organizações que desejam alocar um namespace próprio e é identificado num record NDEF ao colocar o campo TNF com o valor 0x04.

O External type é, tal como o well known type, um URN, com NID "nfc". No entanto, existem algumas diferenças. O external type deve ser formado pelo nome da organização, acrescentar dois pontos e seguidamente adicionar o nome do tipo definido por essa mesma organização. Um exemplo de um external type será "urn:nfc:ext:example.com:f".

Tal como nos well known types, a codificação binária do external type dentro das mensagens NDEF deve omitir o NID e o prefixo "ext".

### 4.6 Tags NFC Forum

Os dados da aplicação guardados numa tag NFC são primeiro encapsulados numa mensagem NDEF e depois numa estrutura de dados especificada pela NFC Type Tag Platform. O encapsulamento da mensagem NDEF e do NFC Type Tag Platform são utilizados para identificar os tipos de dados da aplicação, tais como URL, vCard [67] ou JPEG para garantir a interoperabilidade e coexistência entre aplicações.



Figura 9 - Overview dos dados da aplicação, NDEF, NFC Type Tag Platform e o produto (Fonte: NFC Forum Type 4 Tag Technical Specification Technical Specification 1.0)

#### **4.6.1 Tag tipo 1**

Baseadas no standard ISO - 14443A são tags de baixo custo e ideais para vários tipos de aplicações NFC. Este tipo de tags tem capacidade de leitura e reescrita, e os utilizadores podem configurar a tag para protecção contra escrita. O tamanho da memória é de 96 bytes. A taxa de transmissão de dados é de 106kbits/s. Não existe protecção contra colisão de dados.

#### **4.6.2 Tag tipo 2**

As tags tipo 2 são similares às tags tipo 1 e derivam da tag NXP/Philips [68] MIFARE Ultralight [69].

Tal como as tags tipo 1, este tipo de tags são baseadas no standard ISO - 14443, têm capacidade de leitura e reescrita, e os utilizadores podem configurar a tag para protecção contra escrita. O tamanho da memória é de 48 bytes. A taxa de transmissão de dados é de 106kbits/s. Existe protecção contra colisão de dados e são compatíveis com os produtos NXP MIFARE Ultralight existentes no mercado.

#### **4.6.3 Tag tipo 3**

As tags tipo 3 são derivadas das tags não seguras Sony FeliCa [70]. Estas tags são mais dispendiosas que as de tipo 1 e 2. Apresentam como principais características basearem-se no standard Japanese Industrial Standard (JIS) X 6319-4 [71]. São pré-configuradas no fabricante para serem de leitura e reescrita ou para serem apenas de leitura e esta característica não pode ser alterada pelos utilizadores. A memória pode ir até 1 MB e suporta 2 taxas de transmissão de dados, 212 ou 414 Kbits/s. Existe protecção contra colisão de dados e são compatíveis com os produtos Sony FeliCa existentes no mercado.

#### **4.6.4 Tag tipo 4**

As tags tipo 4 são similares às de tipo 1 e são derivadas das tags NXP DesFire [72]. Baseiam-se no standard ISO - 14443A, são pré-configuradas no fabricante para serem de leitura e reescrita ou para serem apenas de leitura e esta característica não pode ser alterada pelos utilizadores. Têm memória variável de até 32 Kbytes. Suportam 3 taxas de transmissão de dados, 106 ou 212 ou 414 Kbits/s. Existe protecção contra colisão de dados e são compatíveis com os produtos NXP DesFire e SmartMX-JCOP [73] existentes no mercado.

#### 4.6.5 Considerações

As tags tipo 1 e tipo 2 são dual state, o que significa que podem ser leitura/escrita ou só de leitura. As tags tipo 3 e tipo 4 são single-state, o que significa que só podem ser apenas de leitura, tal e qual como, por exemplo, um CD ou DVD publicados oficialmente.

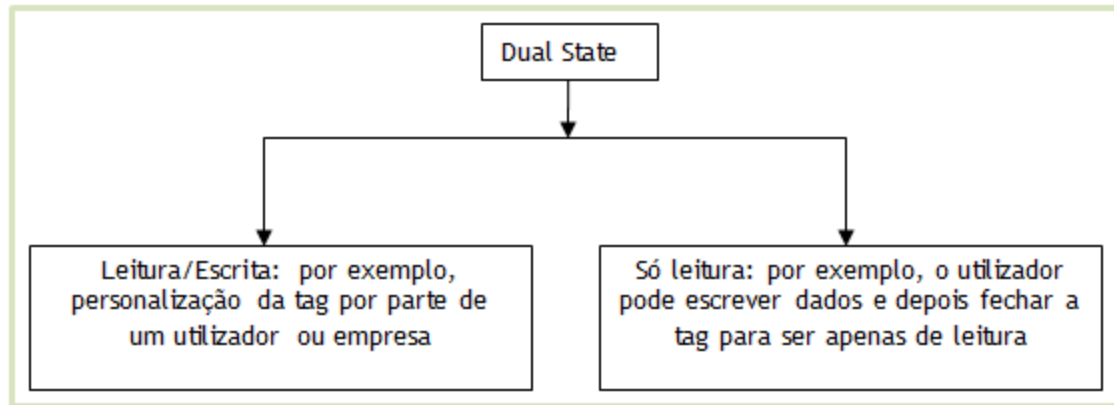


Figura 10 - Esquematização para tags dual-state

Na escolha de uma tag é importante ter em consideração a informação que se pretende transmitir. Por exemplo, gravar um pequeno SMS numa tag poderá ser feito simplesmente numa tag tipo 1 ou tipo 2, se for um MMS ou um tom de toque talvez seja melhor optar por uma tag tipo 3 ou tipo 4.

Há outras considerações a fazer na escolha de uma tag, por exemplo, em termos de segurança. Será desejável proteger um smart poster em ambiente público de cópias fraudulentas ou alteração do seu conteúdo, como, o URL ou o número de telefone.

Terá que haver memória suficiente para escrever um URL completo mesmo quando é necessário incluir uma assinatura digital na tag. As tags de tipo 1 fornecem 96 bytes de memória para leitura/escrita enquanto o produto comparável mais próximo (tag tipo 2) oferece apenas 48 bytes. Este factor pode ser crucial tendo em conta que o overhead NDEF ocupa 6 bytes numa tag de tipo 1 e 2 bytes numa tag de tipo 2, o overhead do URL NDEF ocupa 10 bytes e uma assinatura digital necessita de 16 ou 32 bytes mais um cabeçalho de 6 bytes. Com uma assinatura digital de 16 bytes, uma tag tipo 1 teria 58 bytes para o URL em si, enquanto uma tag de tipo 2 teria apenas 14 bytes. Com uma assinatura digital de 32 bytes, uma tag de tipo 1 teria 42 bytes livres enquanto uma tag de tipo 2 não seria possível utilizar.

O preço das tags será um outro factor a ter em consideração e este é influenciado por alguns factores como a capacidade da memória, o número de características adicionais e a complexidade do circuito integrado. O preço da tag é naturalmente um factor chave a ter em conta de acordo com a sua aplicação. Por exemplo, se o circuito integrado da tag serve apenas para emparelhamentos Bluetooth, coisa que os utilizadores só necessitam fazer ocasionalmente, factores como as altas taxas de transmissão e uma grande capacidade da memória tornam-se irrelevantes.

Finalmente, a velocidade de leitura oferecida por uma tag é um factor importante. Quanto mais alta a velocidade de transmissão, menos hipóteses existem de haver erros no processo de leitura/escrita, onde os dados não são transferidos correctamente enquanto a tag e o dispositivo de leitura estão próximos. Tendo em conta tal factor, a velocidade de leitura tem impacto directo na fiabilidade do sistema e na experiência de utilização. Em aplicações do tipo smart poster este factor é importante, os utilizadores apreciam velocidade e conveniência, não querem tentar e voltar a tentar até que a transmissão seja feita. De salientar que nas tags tipo 1 existe um comando proprietário “Read All” que possibilita o envio do conteúdo da tag todo de uma vez, em vez de bloco a bloco o que melhora a performance consideravelmente.

#### **4.6.6 Secure element**

O secure element (SE) [74] é uma zona segura de armazenamento de dados existente no dispositivo NFC. O SE permite armazenar dados que requerem um elevado nível de segurança, tais como: informação sobre cartão de crédito/débito, cartões de identificação ou bilhetes de transporte, permite a gestão segura de funcionalidades e permite também um ambiente de execução seguro.

O SE pode estar presente no dispositivo móvel segundo 3 formas distintas: cartão SIM, chip embebido no dispositivo ou no cartão SD.

##### **4.6.6.1 Tipos SE**

Em seguida é feita uma breve descrição dos tipos de ‘elemento seguro’ que existem actualmente.

###### **4.6.6.1.1 Chip embebido**

Este tipo de SE encontra-se num chip que é soldado no PCB do dispositivo NFC e só pode ser removido recorrendo a equipamento especial. Do ponto de vista de um standard de logística é uma boa solução, mas uma vez que o SE deve ser pessoal, o utilizador, cada vez que compra um novo dispositivo deverá registar e personalizar o seu SE, ao passo que necessitará de desactivar o SE do dispositivo antigo. Esta abordagem poderá ser um tanto ou quanto incómoda.

###### **4.6.6.1.2 Cartão SD**

Um cartão SD removível parece ser uma boa escolha para SE no entanto há vários factores que podem dificultar esta escolha. Não existe um standard definido para a gestão dos cartões SD pelo que poderá ser complicado gerir as aplicações associadas ao mesmo. Anteriormente este era o modo de SE menos popular, no entanto a Google lançou em finais de

2011 um novo serviço como conhecido Google Wallet [75] e faz uso deste tipo de SE pelo que se prevê que possa existir uma massificação no uso do mesmo.

#### 4.6.6.1.3 Cartão SIM

A implementação do SE no cartão SIM dá as vantagens de haver portabilidade entre dispositivos, um standard de comunicação entre o cartão SIM e o chip NFC, uma infra-estrutura de logística já existente bem como o apoio da GSM Association [76] já que a mesma anunciou que este tipo de SE é a melhor alternativa estratégica para SE. De salientar que a gestão do SE no cartão SIM é feito exclusivamente pela operadora móvel associada ao mesmo.

### 4.7 Ecosistema NFC

O presente subcapítulo é uma visão da estratégia do NFC Forum para implementação da tecnologia NFC e está descrito no documento [77].

Este subcapítulo pretende mostrar como a partir da infra-estrutura já existente se pode adaptar novos serviços NFC, identificar novas funcionalidades neste ecossistema, e discutir funcionalidades adicionais.

É feita uma análise de todos os intervenientes no ecossistema e posteriormente são demonstrados alguns casos de uso.

#### 4.7.1 Introdução

Como se pode verificar pela Figura 11 o actual modelo de negócio sem contacto está-se a expandir para domínios que incluem oportunidades de negócio para dispositivos NFC. Em alguns mercados massivos, tais como transportes ou pagamentos, a infra-estrutura sem contacto já existe e os utilizadores já têm alguma experiência nesse tipo de serviços sem contacto. Os dispositivos NFC irão melhorar esses serviços já existentes e possibilitar oportunidades para novas fontes de lucro. O ecossistema para dispositivos NFC pode ser construído como um novo mercado, e o seu sucesso depende da relação “todos ganham” entre stakeholders.

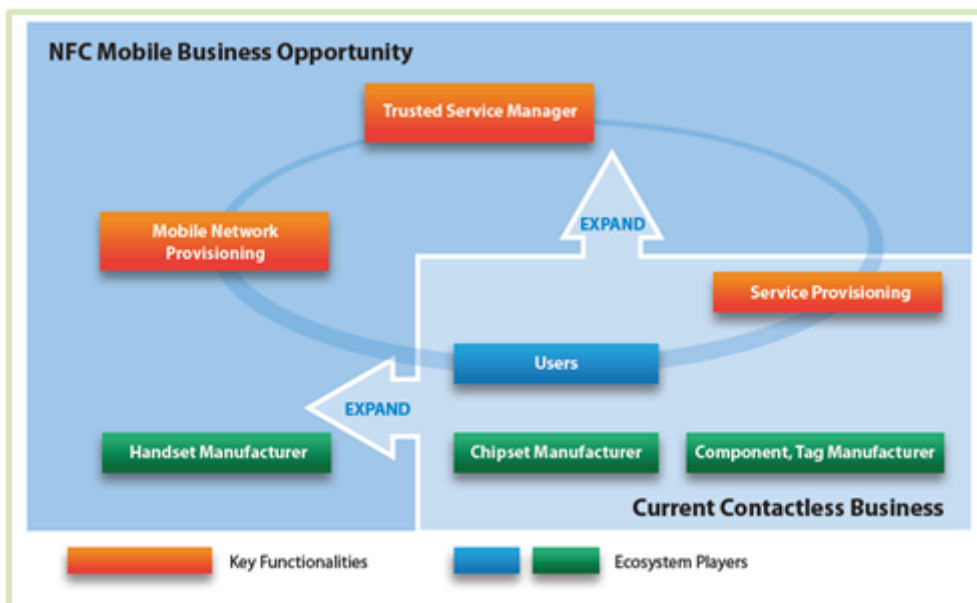


Figura 11 - Visão global do ecossistema NFC  
(Fonte: NFC Forum, (October 2008), Essentials for successful NFC Mobile Ecosystem)

O ecossistema para dispositivos NFC estende o modelo do ecossistema actual sem contacto com funcionalidades adicionais.

Há múltiplas possibilidades para os players do ecossistema fornecerem estas funcionalidades aos sistemas móveis, e que são identificadas na descrição das funcionalidades chave.

## 4.7.2 Funcionalidades chave

### 4.7.2.1 *Service provisioning*

Service provisioning é uma função do negócio sem contacto já existente e que possibilita aos utilizadores subscreverem e receberem os seus cartões personalizados, e esta capacidade será extensível para serviços móveis NFC.

As funções a que um utilizador subscreve e as funções do service provisioning para preparar os dados personalizados irão assentar na infra-estrutura já existente. Novas funcionalidades tais como a gestão remota e autenticação por parte do utilizador irão ser possíveis devido à disponibilidade de várias formas de ligação a uma rede de dados.

Esta funcionalidade é normalmente fornecida por service providers (SP).

### 4.7.2.2 *Mobile Network Provisioning*

O mobile network provisioning, enquanto função já existente no domínio móvel, adiciona novas funcionalidades ao domínio sem contacto para estar em consonância com o ecossistema NFC móvel. Inclui funcionalidades para manter a infra-estrutura de rede, para fornecer serviços de conectividade de dados aos utilizadores, para oferecer autenticação aos

utilizadores e assim garantir que apenas utilizadores válidos se podem ligar, e para oferecer confiabilidade ao utilizador no serviço de conectividade de dados.

Esta funcionalidade chave é normalmente fornecida pelas MNO (Mobile Network Operators) ou MVNO (Mobile Virtual Network Operators).

### **4.7.2.3 *Trusted Service Manager***

O Trusted Service Manager (TSM) fornece um ponto de contacto entre os SP e os dispositivos NFC. Os SP podem fornecer aos dispositivos NFC a funcionalidade de gestão remota multi-aplicação através do TSM.

Esta nova funcionalidade incluiu o seguinte:

- Lançar e gerir um ambiente de execução seguro;
- Atribuir áreas seguras dentro de um ambiente de execução seguro para um serviço específico;
- Gerir chaves para um ambiente de execução seguro;
- Download seguro de aplicações para dispositivos NFC;
- Personalização de aplicações;
- Bloquear, desbloquear e apagar aplicações de acordo com os pedidos dos utilizadores ou SP.

Estas funcionalidades podem ser fornecidas pelos MNO, SP ou terceiros, e todas ou parte delas podem ser delegadas por um player a outro.

## **4.7.3 *Players do ecossistema***

### **4.7.3.1 *Utilizadores***

Um utilizador de um serviço móvel NFC necessita ter um acordo com um SP antes de utilizar pela primeira vez esse mesmo serviço. Adicionalmente, o utilizador tem que subscrever o serviço fornecido pelo Service Provisioning e ter um dispositivo NFC de forma a poder utilizar o serviço NFC móvel.

Na era dos cartões de plástico, os utilizadores tipicamente necessitam ter diferentes cartões para os vários serviços, com NFC podem ter vários cartões num único dispositivo.

### **4.7.3.2 *Fabricantes de Chips***

Os fabricantes de chipsets fornecem os circuitos integrados necessários a todos os dispositivos NFC, de acordo com standards técnicos mais relevantes (ISSO/IEC, Ecma, ETSI e NFC Forum). O desenvolvimento de chipsets é feito em cooperação com os fabricantes de dispositivos e SP de forma a preencher os requisitos das aplicações.

Estes chipsets incluem:

- Circuitos integrados para os controladores NFC, incluindo os drivers dos dispositivos e middleware tanto para dispositivos móveis como para terminais reader/writer;
- Circuitos integrados para o ambiente de execução seguro (incluído no cartão SIM, embebido no próprio dispositivo, cartão SD e SAMs para os terminais), incluindo em muitos casos uma pré-personalização de tais dispositivos;
- Circuitos integrados para uso em tags (como as utilizadas em smart posters).

Os fabricantes de chipsets contribuem para os esforços de standardização em organizações relevantes, baseados na sua experiência em NFC e áreas relacionadas tais como RFID e smartcards.

#### **4.7.3.3      *Fabricantes de dispositivos NFC***

Os fabricantes de dispositivos projectam e produzem os dispositivos móveis de acordo com os standards da indústria. Fornecem funcionalidades para os SP desenvolverem aplicações que facultam uma experiência de utilização intuitiva aos utilizadores.

Os fabricantes competem entre si ao fornecerem combinações atractivas de design, preço e características, onde as capacidades NFC fazem as aplicações e ofertas de serviços mais fáceis de utilizar, e possibilitam novos cenários de utilização para os dispositivos.

A integração de tecnologia de ponta e serviços nos dispositivos móveis vai contribuir para um fluxo de inovações e aceitação que encoraja os utilizadores a adoptar os serviços NFC e também a actualizar os seus dispositivos móveis actuais para dispositivos móveis que oferecem tecnologia como o NFC para poderem usufruir, assim, de novos serviços.

#### **4.7.3.4      *Fabricantes de componentes e tags NFC***

Os fabricantes de componentes e tags NFC projectam e produzem dispositivos de acordo com os requisitos dos SP e os standards da indústria. Fornecem também os seguintes valores ao ecossistema de forma a reduzir os custos de implementação por parte dos SP:

- Métodos seguros de preencherem os requisitos dos clientes onde se destaca:
  - Durabilidade e fiabilidade de tags e componentes
  - Encriptação do canal de comunicação e/ou conteúdos
  - Gestão da chave de encriptação por parte dos SP
- Software (drivers, middleware e software development kits (SDKs))
- Gestão de interoperabilidade e gestão de qualidade

Os fabricantes de componentes e tags cooperam com os MNOs, fabricantes de dispositivos e SP para que os dispositivos sejam capazes de comunicar de novas formas e suportar novas lógicas de comunicação.

#### 4.7.4 Casos de uso

Esta secção descreve alguns casos de uso para serviços móveis NFC, que tiram partido das vantagens dos dispositivos móveis que complementam e melhoram os serviços já existentes fornecidos por cartões sem contacto.



Figura 12 - Principais casos de uso para a tecnologia NFC  
(Fonte: NFC Forum, (October 2008), Essentials for successful NFC Mobile Ecosystem)

De acordo com a Figura 12 será feita uma breve descrição dos possíveis casos de uso da tecnologia NFC.

##### 4.7.4.1 Transporte

Assume-se que existe um sistema de controlo de acesso, com portas automáticas, equipado com readers/writers NFC, permitindo acesso apenas a passageiros com bilhetes lidos a partir de cartões sem contacto ou dispositivos móveis. O utilizador comprou um bilhete de comboio que está guardado no seu dispositivo NFC.

##### 4.7.4.1.1 Fluxo comum de serviços NFC

Quando o utilizador chega à estação de comboios, é-lhe dado acesso para entrar ao tocar com o seu dispositivo móvel no reader/writer existente na porta. A mesma acção tem lugar na estação de destino de forma a poder sair.

#### 4.7.4.1.2 Fluxo de serviços nos dispositivos NFC

Os dispositivos móveis fornecem serviços além daqueles já existentes associados por um cartão sem contacto.

- O utilizador pode comprar e fazer download de um novo bilhete para o seu dispositivo NFC sem ter que se deslocar a uma bilheteira física.
- Enquanto espera pelo comboio, pode tocar com o seu dispositivo NFC num quiosque de informações para obter a última informação actualizada acerca do comboio e também informação local variada tal como mapas e previsões meteorológicas, sendo a mesma transferida directamente para o seu dispositivo.
- Ao mesmo tempo, existe informação online e em tempo real acerca do tráfego e pode ser acedida pelo utilizador através de um site móvel na internet.

#### 4.7.4.1.3 Fluxo de serviços alternativo

Dado que alguns sistemas de transporte assentam num sistema em que não existem portas de acesso automático mas sim num sistema em que o utilizador compra o bilhete e o valida numa máquina própria para o efeito, o utilizador passa com o seu dispositivo NFC numa máquina de confirmação, activa o bilhete e é registada a hora de activação. Durante a viagem, o revisor pode confirmar se o bilhete foi activado utilizando um dispositivo portátil reader/writer NFC.

#### **4.7.4.2 *Restaurante***

Assume-se que os restaurantes aceitam pagamentos em terminais Point-of-Sale (POS) equipados com reader/writers NFC. O utilizador tem no seu dispositivo móvel um ou mais cartões de débito/crédito activos.

##### 4.7.4.2.1 Fluxo comum de serviços NFC

O utilizador paga a sua refeição no restaurante ao tocar com o seu dispositivo NFC no terminal POS.

##### 4.7.4.2.2 Fluxo de serviços nos dispositivos NFC

Os dispositivos móveis fornecem serviços além daqueles já existentes associados por um cartão sem contacto.

- Ao utilizar o seu dispositivo NFC, o utilizador pode escolher com que aplicação associada ao cartão quer pagar, dependendo, por exemplo, se é uma despesa da empresa ou pessoal;
- Pode aceder a um link na internet para o site do seu banco onde poderá verificar o saldo do seu cartão ou aceder a um histórico de transacções;
- Pode receber mensagens a indicar que o saldo do seu cartão é inferior a determinado valor ou a indicar que foi efectuado um pagamento com o cartão;
- Dependendo do montante em causa, o utilizador poderá ter que confirmar no dispositivo NFC se pretende efectuar o pagamento. Por exemplo, as autorizações podem variar do simples toque entre o dispositivo NFC e o terminal POS, em que esse toque é a autorização, para valores pequenos até confirmação por código no caso de transacções que envolvam montantes mais elevados.

#### 4.7.4.2.3 Fluxo de serviços alternativo

O utilizador poderá utilizar o seu dispositivo móvel para receber transferências de dinheiro directamente no cartão existente no seu dispositivo NFC através do contacto com outro dispositivo NFC.

#### 4.7.4.3 Lojas

Assume-se que a crescente popularidade dos dispositivos NFC irá dar um incentivo aos comerciantes para melhorarem os seus terminais POS que lêem NFC para que possam ler cupões existentes nos dispositivos NFC. Assume-se também que os comerciantes e fabricantes vão oferecer uma grande variedade de mecanismos para obter os cupões, tais como “push” ou “pull” para os dispositivos NFC, ou lê-los a partir de smart posters convenientemente localizados. Com esta ubiquidade dos cupões NFC e oportunidades para os obter, assume-se que o utilizador fez download e personalizou as aplicações, no seu dispositivo NFC, necessárias para processar os mesmos.

##### 4.7.4.3.1 Fluxo comum de serviços NFC

Ao entrar num centro comercial, o utilizador faz uma compra numa loja e paga ao tocar com o seu dispositivo NFC num terminal de pagamentos.

##### 4.7.4.3.2 Fluxo de serviços nos dispositivos NFC

Os dispositivos NFC trazem novos serviços à área do comércio.

- Após entrar num centro comercial, o utilizador toca com o seu dispositivo NFC num quiosque convenientemente localizado e:

- Recebe pontos de fidelização por retornar ao centro comercial
- Recebe informação que liga os cupões que tem actualmente no dispositivo NFC a lojas nesse centro comercial e que lhe podem oferecer determinados produtos ou possíveis descontos adicionais
- Recebe ofertas especiais elaboradas de acordo com o seu perfil directamente no seu dispositivo móvel
- Ao andar pelo centro comercial, o utilizador repara num smart poster que lhe oferece um desconto num produto que já tinha pensado em comprar. O utilizador simplesmente toca com o seu dispositivo móvel no poster e recebe um cupão com o respectivo desconto.
- O utilizador escolhe alguns produtos que pretende comprar numa loja e durante o processo de compra toca com o seu dispositivo NFC no terminal POS e:
  - Automaticamente obtém os cupões correspondentes aos itens que pretende comprar
  - Faz a compra
  - Recebe novas ofertas especiais para futuras compras e que poderão ser feitas de acordo com o seu perfil
- O utilizador pode verificar a qualquer momento o seu histórico de compras e os pontos de fidelização que ainda tem
- Os utilizadores podem partilhar informação e cupões, desde que a entidade responsável pelos mesmos assim o permita, ao tocar os seus dispositivos móveis.

## 4.8 Sumário

A tecnologia NFC foi a escolhida para o desenvolvimento da aplicação pela sua simplicidade de utilização. Independentemente da orientação espacial dos dispositivos NFC, desde que haja uma aproximação dos dispositivos dentro da gama definida ou mesmo o contacto, será despoletada uma acção apropriada. Dada esta facilidade de utilização e todos os conceitos que poderão ser aplicados, num futuro próximo, como vistos no subcapítulo Ecossistema, esta tecnologia é a que melhor se aplica para realização da aplicação em questão.

## 5 Metodologia

Neste capítulo apresenta-se a metodologia usada na recolha e análise de dados. O caso de estudo que serviu de base para a recolha de dados e os métodos de análise utilizados.

### 5.1 A Teoria Actor-Rede

A teoria Actor-Rede (Actor Network-Theory (ANT)) é um referencial teórico e de procedimentos metodológicos em processos de construção. O enfoque desta teoria está na forma como são tratados os atores humanos e não humanos. Foi desenvolvida por Bruno Latour e John Law entre outros investigadores e foca-se nas práticas quotidianas que envolvem ciência, tecnologia e sociedade.

As redes na ANT são heterogéneas: os artefactos humanos são tratados em pé de igualdade com o homem, uma vez que ambos podem ser protagonistas na formação de uma rede de interesses alinhados [81]. Esta simetria permitiu que a ANT tenha vindo a ser usada em estudos sobre o uso e impactos da tecnologia na sociedade [85].

Existem vários estudos relacionados com a tecnologia em diversos contextos e áreas de interesse. Alguns exemplos: aplicações na saúde [78]; desenho de sistemas de informação [80], adopção e desenvolvimento de software livre [87]; políticas e prática de e-government [81]; adopção de sistemas de informação [85]; prestação de serviços [86].

Neste projecto usa-se a ANT para melhor se compreender uma rede heterogénea que liga homens e artefactos.

A inclusão digital permite ligar a tecnologia com as relações sociais, as quais são também objectos de investigação através de ANT.

Existem dois termos que fazem parte do vocabulário da ANT: a sociologia da tradução e sociologia das associações [79]. O primeiro tem quatro momentos: a problematização, o despertar de interesse, o engajamento e a mobilização. A tradução dá ainda ênfase à continuidade de transformações e alterações de objectivos e interesses, artefactos, pessoas e inscrições (mecanismo de descrição de redes através da ANT).

Para Latour [82] a sociologia das associações refere-se às relações que vão existindo entre os actores e as várias associações que se estabelecem durante as relações. No capítulo 6 são exemplificados estes conceitos.

O foco deste projecto consistia numa questão de investigação principal e em três secundárias:

- Um dispositivo móvel, como um telemóvel ou tablet, podem ser uma mais-valia no dia-a-dia de pessoas cegas?
  - No caso de ser usado como bloco de notas para compras em supermercados, como pretendia que fosse a ajuda?
  - Seria fácil desenhar letras e números num smartphone?

- Seria fácil manter uma certa lógica na arrumação de produtos alimentares e saber quando seria necessário abastecer-se com determinado produto?

Para responder as estas questões foi feita pesquisa bibliográfica sobre os cegos e as suas capacidades, bem como, sobre a sua vida em termos sociais e digitais. A inclusão e exclusão aparecem directamente relacionados com esses termos. A existência de aplicações e hardware permitem facilitar a acessibilidade para realizar tarefas como, por exemplo, utilizar a maioria das funcionalidades fornecidas pelos dispositivos móveis.

## 5.2 Caso de estudo

O contexto de estudo usado para o desenvolvimento da aplicação proposta foram os invisuais e as necessidades de auxílio para fazer compras numa superfície comercial, foi importante perceber de que modo faziam compras, quer em termos de acompanhamento quer em termos de elaborar de uma simples lista de compras e como utilizá-la posteriormente. Para o contexto da aplicação também foi necessário perceber de que forma mantinham ou arrumavam os produtos comprados.

O fluxo normal de uma rotina como a mencionada seria a pessoa dirigir-se à superfície comercial acompanhada por familiares ou amigos, ou caso fosse sozinha solicitava auxílio de um funcionário para a acompanhar. A lista de compras estava gravada em forma áudio ou então memorizada. Os produtos adquiridos eram etiquetados em Braille e posteriormente em casa tentavam arrumá-los da melhor forma possível de maneira a que não confundissem as embalagens.

As pessoas com problemas visuais têm problemas em lidar com a tecnologia uma vez que a mesma, muitas vezes, lhes apresenta problemas ao nível da acessibilidade pelo que a utilização de uma tecnologia extremamente fácil de utilizar e intuitiva e cuja habituação fosse rápida foi o foco do desenvolvimento.

Assim, surgiu a ideia de se criar uma aplicação usando a tecnologia NFC permitindo etiquetar os produtos com etiquetas NFC, que poderiam substituir o Braille, uma vez que podem conter muito mais informação do que aquela que uma etiqueta escrita em Braille apresenta. Com estas mesmas etiquetas seria possível adicionar produtos a uma aplicação que iria funcionar como lista de compras. Esta mesma aplicação seria utilizável apenas com o desenhar de gestos no ecrã do dispositivo móvel, estes gestos seriam sempre acompanhados de feedback auditivo de forma a o utilizador se poder sempre situar no contexto da aplicação.

A lógica da arrumação dos produtos seria a de o utilizador poder sempre saber que produtos estariam a ficar sem stock e com o aproximar do dispositivo móvel a um produto já etiquetado adiciona-lo, bem como a quantidade, para poder comprar futuramente.

### 5.3 Métodos

O método de recolha de dados para a elaboração de uma interface centrada no utilizador foi fundamentalmente através do uso de entrevistas.

Decidiu-se usar uma entrevista do tipo estruturada. A entrevista estruturada é feita com base em perguntas previamente pensadas ou delineadas, é uma entrevista focada porque é dirigida por um elenco de perguntas que já têm um foco específico. Apesar do entrevistador ter liberdade de inserir perguntas de clarificação ou eventualmente outras necessárias, mas o núcleo de perguntas já é definido a priori. O papel do entrevistador na entrevista estruturada é um papel de questionador.

A entrevista estruturada obedece, assim, a um plano sistemático, ou estruturado, constituído por uma série de questões previamente escolhidas e integradas num guião. Nesse sentido, a entrevista é um meio de avaliar atitudes e comportamentos, nomeadamente a disponibilidade para resolver situações novas, a persistência e a perseverança em procurar as soluções. Pode ainda ser usada apenas para avaliar conhecimentos.

A entrevista estruturada permitiu que as mesmas questões fossem colocadas a todos os entrevistados e assim foi mais fácil a comparação das respostas, a organização e análise de dados.

A escolha deste tipo de entrevista teve por base a necessidade de reunir informação detalhada sobre o modo como as pessoas invisuais realizam a tarefa ‘compras’ e saber ainda o grau de dificuldade em utilizar um telemóvel touch screen. Foi importante saber a sua opinião para aplicação no design da interface proposta.

O objectivo inicial foi atingido, uma vez que se pretendia saber como é que os invisuais fazem as suas compras do dia-a-dia e se uma aplicação integrada no telemóvel os viria a ajudar.

Foram feitas 7 entrevistas (5 homens e 2 mulheres com média de idades de 38 anos), de entre os entrevistados há 2 pessoas completamente cegas, 1 dos quais cego de nascença, 3 com baixa visão muito acentuada (com prognóstico de cegueira) e 2 com baixa visão moderada. Todas as pessoas entrevistadas aprenderam a ler e escrever através dos métodos tradicionais.

## 6 Design da interface

Este capítulo está estruturado em três secções. Nas duas primeiras, apresentam-se os fundamentos que levaram ao design da interface, com base na abordagem de um estudo efectuado por Kane et al [88] e com base nas entrevistas efectuadas. Na terceira, é descrita a interface e as suas funcionalidades.

### 6.1 Aplicação touch screen

Apesar de haver cada vez mais consciência dos problemas de acessibilidade que os touch screen levantam às pessoas cegas, os designers continuam a enfrentar desafios na criação de interfaces touch screen acessíveis. Um dos principais problemas é a falta de compreensão sobre como as pessoas cegas utilizam os touch screens.

Outrora os touch screens eram raros mas hoje em dia os touch screen estão presentes num vasto leque de tecnologias, incluindo dispositivos móveis, computadores pessoais, e quiosques públicos. Uma vez que os touch screens se tornaram tão populares, é crucial que as interfaces para os mesmos possam ser utilizadas por pessoas com todo o tipo de capacidades, incluindo pessoas cegas ou com dificuldades visuais.

Até há bem pouco tempo a maioria dos touch screens forneciam poucas ou nenhuma características de acessibilidade, deixando-os inutilizáveis por parte de pessoas cegas. No entanto, tanto a comunidade de pessoas cegas como os fabricantes de tecnologia uniram esforços e fizeram progressos relativamente a esta questão. Hoje em dia alguns dos maiores fabricantes mundiais de software já disponibilizam sistemas operativos com software touch screen pré-instalado.

No entanto, a questão da acessibilidade em touch screens continua a apresentar desafios tanto a utilizadores como a designers. Os utilizadores devem ser capazes de aprender a utilizar as aplicações rápida e efectivamente, enquanto os designers devem ser capazes de implementar técnicas acessíveis de interacção com os touch screens para um vasto leque de dispositivos e aplicações. Uma vez que, a maioria dos designers de interfaces não são cegos, podem ter uma compreensão limitada no que diz respeito à experiência de utilização por parte de pessoas cegas. Segundo Kane et al [88], as interfaces acessíveis para touch screens podem ser melhoradas substancialmente se os designers conseguirem perceber melhor como é que as pessoas cegas utilizam os touch screens.

Dar a pessoas cegas a possibilidade de utilizar touch screens tem sido uma preocupação desde a criação deste tipo de dispositivos. Já no passado, a introdução de um tablet por parte de Buxton et al. [89] foi seguida de uma discussão sobre questões de acessibilidade envolvendo interfaces sensíveis ao toque [90]. Nos anos 90, a emergência de ecrãs touch screen em sítios públicos tais como aeroportos e centros comerciais levou a investigações sobre como o hardware destes dispositivos se poderia tornar mais acessível [91][92]. Nos anos mais recentes, os investigadores exploraram técnicas acessíveis de interacção para ecrãs de

toque de dispositivos móveis [88], e os fabricantes de software começaram incorporar leitores de ecrã em alguns dispositivos.

No que diz respeito à utilização de gestos em aplicações touch screen, um designer que queira disponibilizar gestos na sua aplicação tem que ter em atenção se os mesmos serão apropriados para um utilizador cego. Embora as pessoas cegas possam utilizar o mesmo hardware que pessoas que não o são, é possível que possam preferir utilizar gestos diferentes, ou que possam fazer os gestos de forma diferente das pessoas que vêem. As pessoas que vêem fazem gestos de maneira diferente quando não têm feedback visual [93], e é razoável assumir que uma pessoa cega possa fazer gestos de uma forma diferente que uma pessoa que vê [88].

Apesar de haver alguma diversidade de dispositivos com interfaces touch screen adaptados para o uso por parte de pessoas cegas, a maioria destes sistemas usa um pequeno conjunto de técnicas de interacção subjacentes. Uma vez que não existe nenhuma taxonomia formal publicada sobre estas técnicas, e tal como referido por Kane et al [88] podem ser referidas como menu browsing e discrete gestures.

Menu Browsing: Nesta técnica o utilizador move o cursor através de uma lista itens de um menu e recebe feedback áudio que descreve cada um dos itens. O utilizador então faz um gesto para actuar sobre item seleccionado. O utilizador pode mexer o cursor através de gestos contínuos, nos quais o utilizador desliza o dedo ao longo do ecrã para navegar na lista, ou utiliza gestos discretos ou toques no ecrã para mover o cursor. A lista do menu, tipicamente, é alterada baseada no estado corrente da aplicação.

Discrete Gestures: As aplicações podem utilizar gestos pré-definidos para despoletar acções. Acções comuns são as associadas a um gesto específico e pré-definido, tal como deslizar o dedo pela superfície numa determinada direcção ou desenho uma forma. Por exemplo, deslizar o dedo desde o topo do dispositivo até ao fundo pode passar para a música seguinte numa aplicação para leitura de música que está instalada num dispositivo touch-screen.

### **Percepção espacial e o desenhar por parte de pessoas cegas**

À medida que as interfaces touch screen se tornam mais comuns, é importante fornecer às pessoas cegas acesso a estas interfaces. No entanto, em alguns casos, as interfaces baseadas em touch screens poderão ser preferíveis em relação a interfaces que usem botões físicos fixos, até para pessoas cegas. Algumas investigações mostram que as pessoas cegas, mesmo aqueles que nasceram cegos, podem ter capacidades espaciais e tácteis substanciais. As pessoas cegas usam as regiões do cérebro designadas para o processamento visual quando lêem braille ou efectuam outras tarefas espaciais [94]. Outros estudos mostraram que tanto as pessoas que cegaram cedo (quer à nascença ou em tenra idade) como as que cegaram tardiamente tem mais sensibilidade táctil nos seus dedos do que as pessoas que vêem

([95][96]), e que os adultos que cegaram tardiamente podem desenhar formas tácteis mais rápida e precisamente do que adultos que vêem [97].

Estudos efectuados Kamel e Landay [98] e por Crossan e Brewster [99], em que foram utilizados gestos e controlos de voz, confirmaram que as pessoas cegas são capazes de desenhar gestos num ecrã, e sugere que os gestos poderão ser de facto uma técnica de interacção eficiente para pessoas cegas [88].

Ainda de acordo com Kane et al [88] foi efectuado um estudo para avaliar a efectividade da utilização de gestos por parte de pessoas cegas. Neste estudo os participantes (10 pessoas cegas e 10 pessoas sem qualquer problema de visão) são desafiados a desenhar gestos pré-definidos e avaliar os mesmos. A avaliação é feita com base na qualificação da facilidade com que o gesto é desenhado, “o gesto foi simples de desenhar”, a escala varia de 1 a 7, em que 1 corresponde a “discordo completamente” e em que 7 corresponde a “concordo plenamente”. Os gestos a desenhar correspondem neste caso a símbolos (letras e números). Os participantes cegos avaliaram a facilidade de desenhar os símbolos com 5.71 enquanto os participantes com visão avaliaram em 5.76, no entanto o estudo não é claro quanto ao número de participantes que não conheciam os símbolos a desenhar, embora não refiram números. Para avaliação dos resultados foi utilizado um reconhecedor de gestos. Na Tabela 9 apresentam-se os resultados obtidos:

	Próprio	Cegos	C/visão
Símbolos desenhados por cegos	68,2%	52%	61,3%
Símbolos desenhados por pessoas com visão	72,5%	63,2%	78,7%

Tabela 9 - Resultados do estudo efectuado por Kane et al [88]

Na primeira coluna está representada a percentagem de gestos reconhecidos (todos os gestos efectuados) individualmente. Na segunda coluna está a percentagem de gestos desenhados por cegos e reconhecidos correctamente tendo como padrão, símbolos desenhados por cegos e símbolos desenhados por pessoas com visão. Na terceira coluna está a percentagem de gestos desenhados por pessoas com visão e reconhecidos correctamente tendo como padrão símbolos desenhados por cegos e símbolos desenhados por pessoas com visão.

De acordo com o mesmo estudo foram retiradas as seguintes conclusões:

- Se forem utilizados símbolos o utilizador deverá ser treinado de forma a efectua-los correctamente
- Não estabelecer localizações específicas do ecrã para fazer os gestos
- Não haver tempo limite para desenhar o gesto e posterior reconhecimento

Foi ainda retirada uma importante conclusão, os resultados mostraram que os participantes cegos tiveram uma precisão relativamente baixa no reconhecimento do gesto mesmo quando o reconhecedor utilizado tinha como padrão gestos efectuados por outros participantes cegos, no entanto, e como referido anteriormente, o estudo não foi claro quanto ao número de pessoas que sabia, na realidade, desenhar os símbolos pedidos. De forma a melhorar a precisão e posterior reconhecimento é necessário haver um pré-processamento do gesto desenhado antes de fazer o reconhecimento, criar um reconhecedor específico para pessoas cegas, ou identificar subconjuntos de gestos que possam ser reconhecidos facilmente quando efectuados por pessoas cegas.

## 6.2 Contexto para o design da interface

De acordo com as entrevistas efectuadas, referidas no capítulo 5.3, o objectivo foi desenvolver a interface utilizando o design centrado no utilizador. Um dos focos centrais no design da interface foi o ter em conta como as pessoas cegas faziam compras e essa foi uma das questões com resposta unanime: ou fazem compras acompanhados por familiares ou amigos ou então pedem ajuda a um funcionário da superfície comercial. As respostas às restantes questões da entrevista foram muito sumárias pelo que a sua análise foi simples. Seguidamente, passa-se a apresentar o conjunto de questões bem como a representação gráfica das respostas e ainda a transcrição fiel do que foi dito pelos entrevistados.

Uma vez que as respostas foram bastante claras e que a análise gráfica é simples, decidiu-se não parafrasear o conteúdo dos gráficos.

**Acha que um dispositivo móvel, como um telemóvel ou tablet, podem ser uma mais-valia no dia-a-dia de pessoas cegas?**

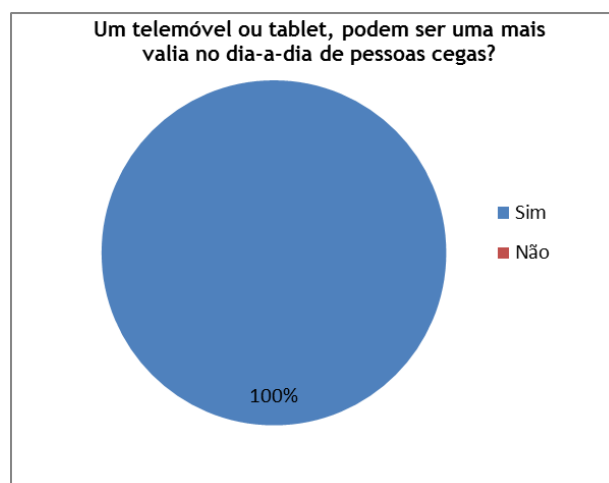


Gráfico 2 - Utilidade de um telemóvel ou tablet

Ainda relativamente a esta questão, foi referido que os telemóveis mais úteis são aqueles que possuem leitores de ecrã e software de voz uma vez que permitem que as pessoas sejam mais autónomas.

Em caso de resposta afirmativa à primeira questão, foi colocada uma nova questão.

**No caso de ser usado como bloco de notas para compras em supermercados, como pretendia que fosse a ajuda?**

- “Se passássemos no corredor e o equipamento detectasse automaticamente os produtos que estivessem na lista”.
- “Para bloco de notas uso outro meio (gravador)”
- “Já haver uma lista predefinida e seleccionar os produtos e eventualmente poder acrescentar”
- “Creio que o telemóvel pode constituir-se como um importante meio de fazermos a nossa própria lista de compras no bloco de notas ou na agenda, para que esta esteja acessível quando estivermos a fazer as compras para que não nos esqueçamos de nada. Esta informação é lida pelo leitor de ecrã, caso o telemóvel o possua.”
- “Como bloco de notas pode ser útil mas no supermercado prefiro ser acompanhada nas compras. Em termos de escrita como se escrevem as mensagens.”
- “Se tiver software de voz”
- “Se for num formato acessível e não tiver imagens”

**Acha que as Interfaces de comunicação (tecnologia) fornecidas hoje em dia estão de acordo com as necessidades das pessoas invisuais?**

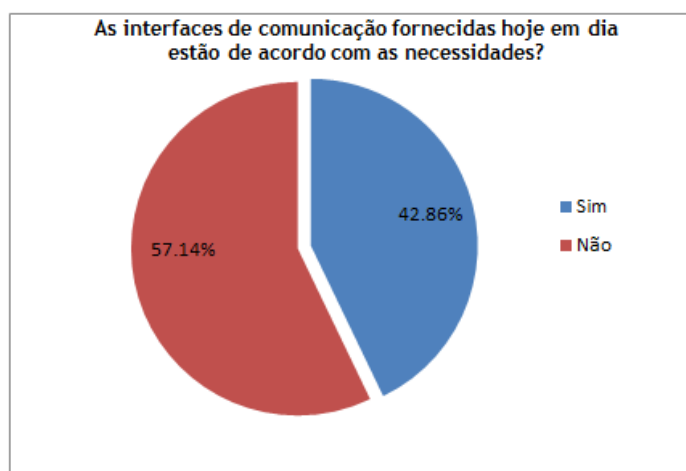


Gráfico 3 - Interfaces de comunicação hoje em dia

Acha que a tecnologia fornecida hoje em dia é de fácil utilização?

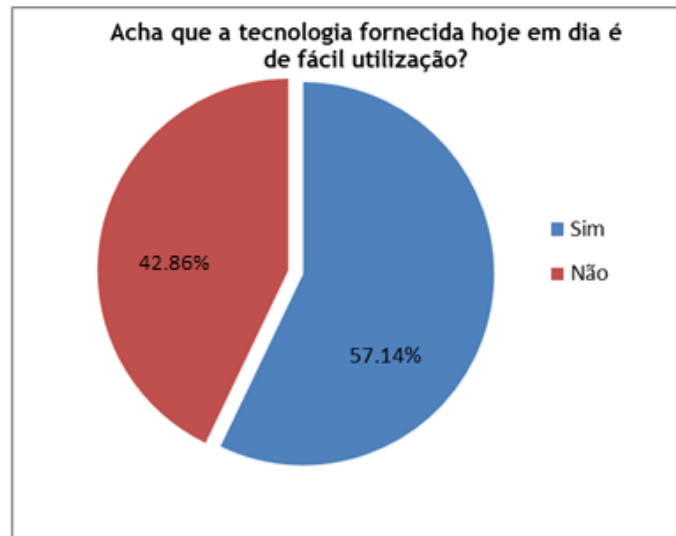


Gráfico 4 - Tecnologia de fácil utilização

Sabe usar um dispositivo móvel?

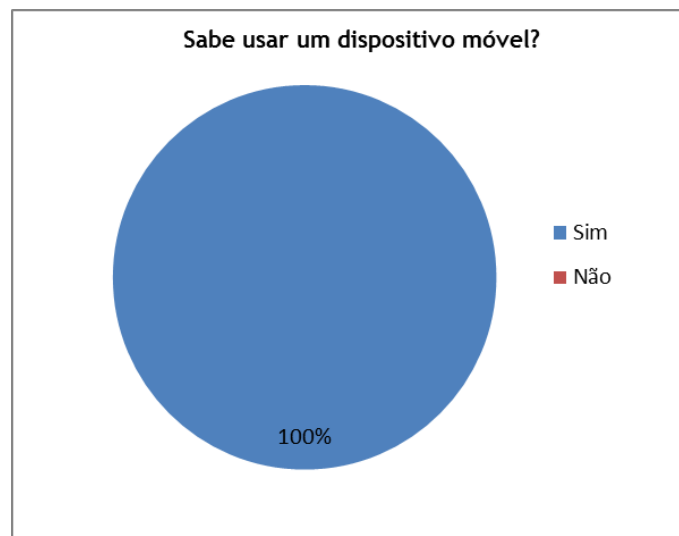


Gráfico 5 - Utilizar um dispositivo móvel

Se lhe dessem uma interface em que apenas tem que encostar o dispositivo móvel a um produto para ouvir informação acerca do mesmo, o que achava?

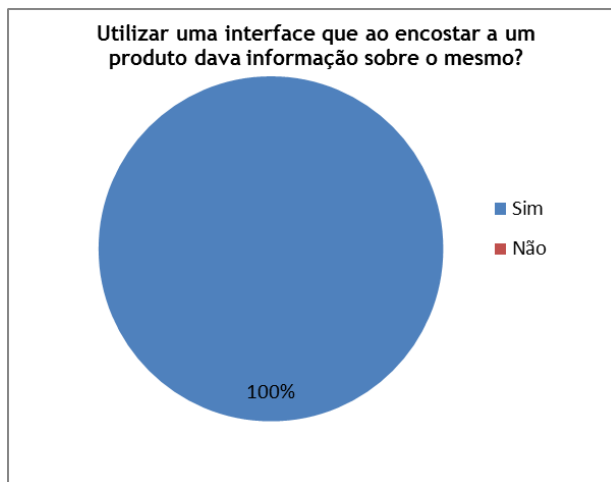


Gráfico 6 - Interface que funciona apenas com toque

A interface referida anteriormente iria ajudar a fazer a lista de alimentos que precisava de comprar para ter em casa e também o ajudava a fazer as compras, num supermercado, dando -lhe indicação da seguinte informação:

- Tipo de produto
- Validade
- Preço

Tendo em conta a descrição anterior considera que seria útil no seu dia-a-dia?

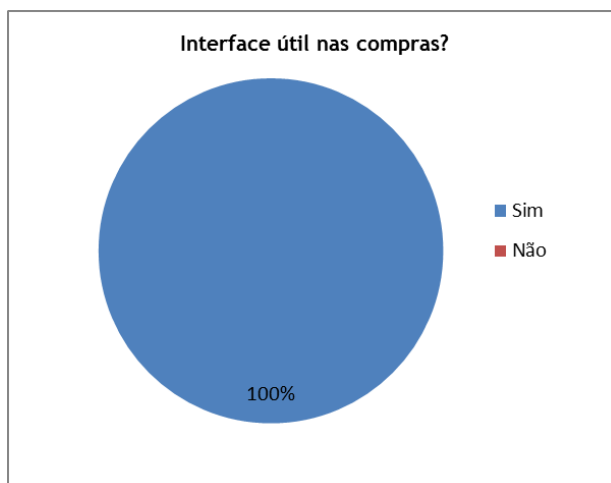


Gráfico 7 - Utilidade da interface nas compras

**Seria fácil para si desenhar letras e números num smartphone?**



Gráfico 8 - Desenhando letras e números num telemóvel

**Para si é fácil manter uma certa lógica na arrumação de produtos alimentares e saber quando necessita abastecer-se com determinado produto?**

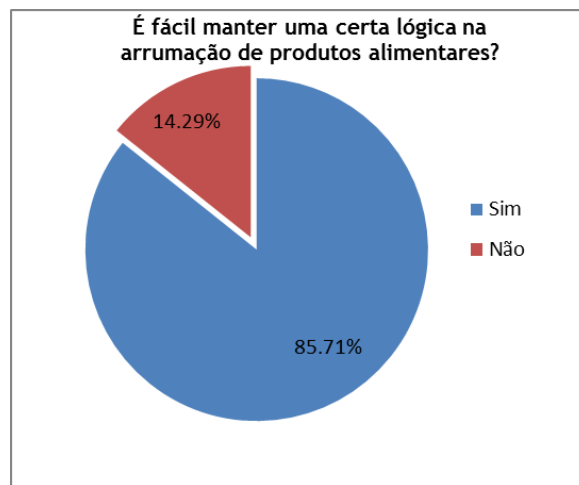


Gráfico 9 - Manter lógica a arrumar produtos alimentares

Foi ainda colocada a questão sobre quais as maiores dificuldades no uso de um telemóvel. No geral todas as pessoas responderam que actualmente não sentem dificuldades porque já se habituaram, no entanto, este processo de habituação pode ser moroso.

### 6.3 Descrição das funcionalidades da interface

Para o design da interface foi tida em conta a facilidade de utilização da tecnologia NFC conjugada com a possibilidade de desenhar gestos no ecrã do dispositivo móvel e associá-los a acções que deverão ser executadas. A maioria dos gestos escolhidos são letras, uma vez que, por uma questão de facilidade de memorização, o gesto a desenhar corresponde à primeira letra da palavra. A interface terá como menu inicial um ecrã com apenas três opções possíveis: comprar, adicionar e lista. Este ecrã está ilustrado na Figura 13.



Figura 13 - Ecrã inicial

A opção comprar será para produtos que o utilizador já tem em casa, ou seja, que já têm uma tag NFC associada pelo que o utilizador apenas terá que tocar no produto e escolher a opção comprar para adicionar o mesmo à lista de compras. A opção adicionar permite ao utilizador juntar à lista de compras produtos que não tem em casa através de uma pesquisa simples, pesquisa esta feita com base em menus pré-definidos na aplicação. Finalmente, a opção lista permite ao utilizador consultar a lista de compras em qualquer altura e saber que produtos tem adicionados bem como as quantidades. De salientar que para todos os ecrãs existe uma ajuda de voz que permite ao utilizador saber sempre em que menu se encontra e saber também qual a opção escolhida.

Seguidamente são apresentados diferentes cenários de utilização e todos os ecrãs associados a cada um desses cenários.

### 6.4 Cenário 1 – Identificação de produtos numa superfície comercial

Os produtos num supermercado devem ser etiquetados com tags NFC de forma a poderem ser lidos por dispositivos com chip NFC. Quando o dispositivo móvel toca na tag do produto é lida a informação acerca do mesmo, esta informação poderá variar mas assume-se que a mais importante será o nome do produto, data de validade e preço. Tal comportamento está ilustrado na Figura 14.

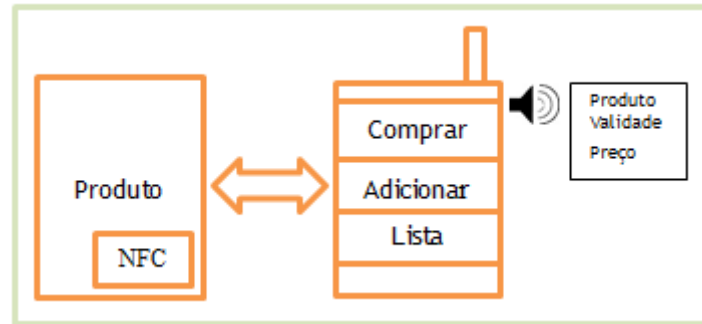


Figura 14 - Leitura de uma tag NFC colocada num produto

## 6.5 Cenário 2 - Casa

Assume-se que o utilizador tem todos os produtos organizados, por exemplo, o leite todo junto, os feijões todos juntos e assim sucessivamente. Com base neste cenário o utilizador aproxima o seu dispositivo de uma tag NFC e ouve a informação associada à mesma, como descrito anteriormente. Ao ouvir esta informação e recorrendo ao tacto repara, por exemplo, que na prateleira do feijão, de acordo com a Figura 15, só tem um produto desse tipo pelo que há necessidade de comprar mais.

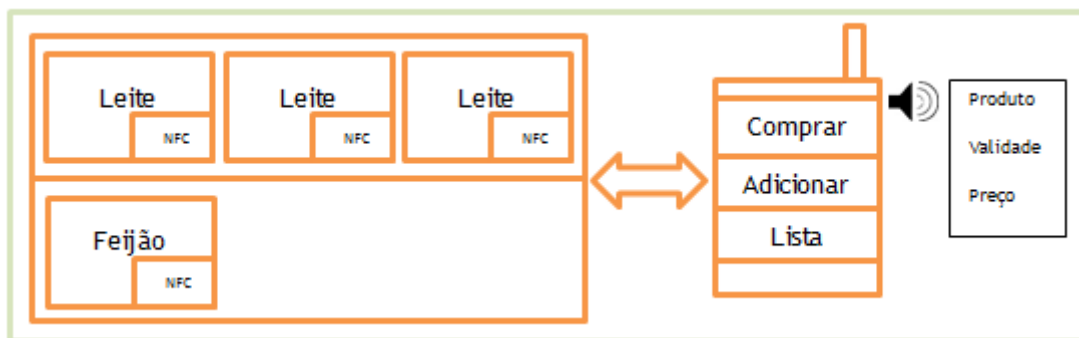


Figura 15 - Leitura de uma tag NFC a partir de um conjunto de produtos devidamente organizados

### 6.5.1 Opção Comprar - “C”

Para proceder à compra do artigo deverá desenhar a letra “C” no ecrã e o item será automaticamente adicionado a uma lista de compras. Em seguida, deverá introduzir a quantidade desejada bastando para tal desenhar o número associado com a quantidade pretendida. Este comportamento está ilustrado na Figura 16.

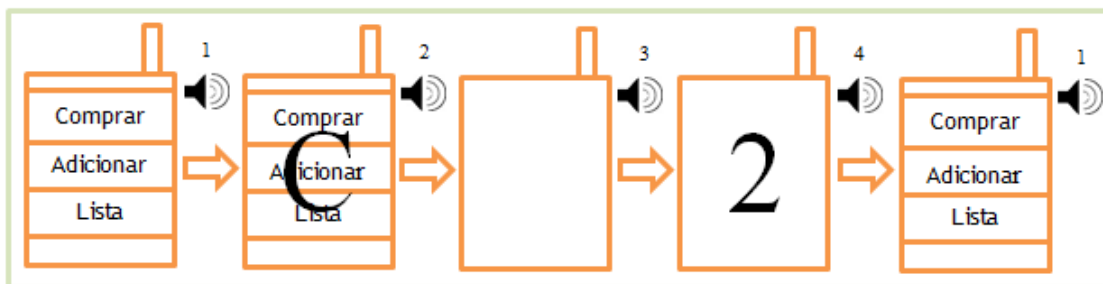


Figura 16 - Sequência de acções para poder comprar um produto

Legenda Figura 16:

1 - Menu Inicial; 2 - Comprar; 3 - Quantidade; 4 - Dois.

### 6.5.2 Opção Lista – “L”

O utilizador pode a qualquer momento consultar a lista de compras e proceder a alterações na mesma. Para tal basta desenhar a letra “L” no menu inicial, tal como se ilustra na Figura 17.

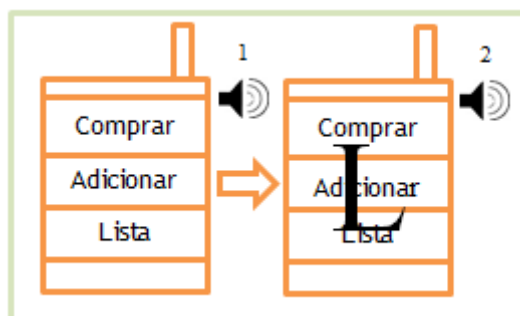


Figura 17 - Aceder à lista de compras

Legenda Figura 17:

1 - Menu Inicial; 2 - Lista de compras;

Após entrar no ecrã da lista de compras o utilizador ouve todos os itens e quantidades associados à mesma e pode optar por duas hipóteses, ou remove a lista por completo ou modifica um item. Por modificar entende-se alterar a quantidade ou mesmo remove-lo da lista. A Figura 18 ilustra o comportamento referido anteriormente.

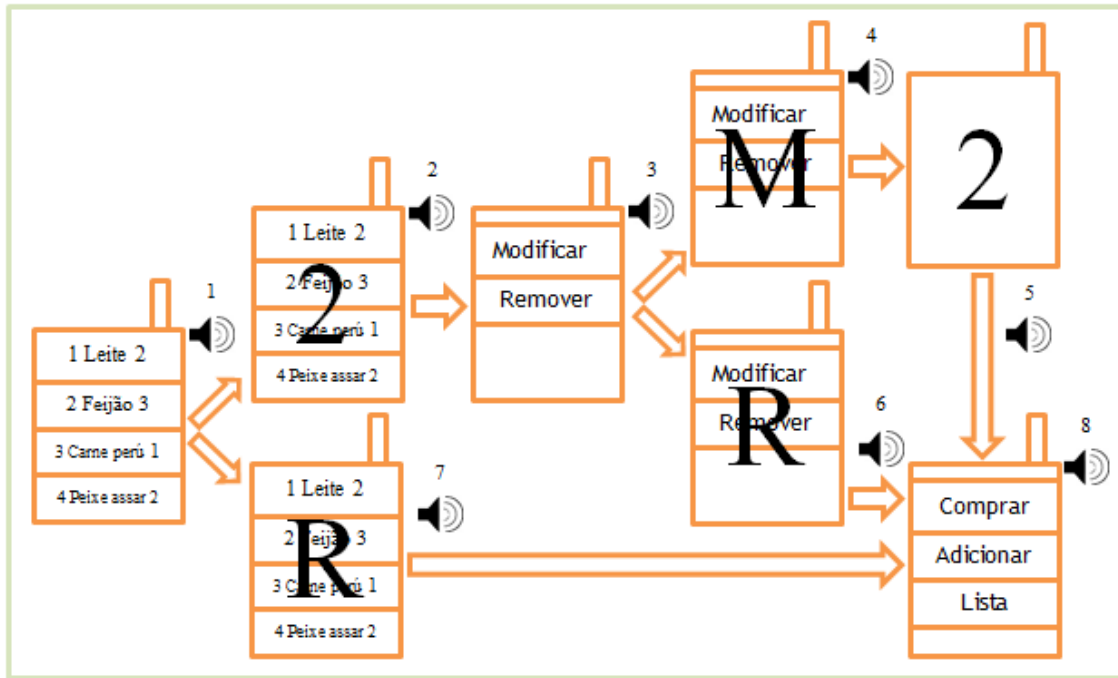


Figura 18 - Operações possíveis para a lista de compras

Legenda Figura 18:

1 - Lista de compras (Item um - Leite 2 unidades; Item dois - Feijão 3 unidades;...); 2 - Item dois seleccionado; 3 - Modificar item, Remover item; 4 - Modificar item, inserir nova quantidade; 5 - Dois; 8 - Menu inicial.

1 - Lista de compras (Item um - Leite 2 unidades; Item dois - Feijão 3 unidades;...); 2 - Item dois seleccionado; 3 - Modificar item, Remover item; 6 - Remover item dois - feijão; 8 - Menu inicial.

1 - Lista de compras (Item um - Leite 2 unidades; Item dois - Feijão 3 unidades;...); 7 - Remover lista de compras; 8 - Menu inicial.

### 6.5.3 Opção Adicionar – “A”

Quando um utilizador pretende adicionar à lista um produto que não tem em casa, isto é, que não pode ser adicionado através de uma tag NFC, poderá fazer uma pesquisa rápida do mesmo através de menus pré-definidos. Para tal, e a partir do menu principal, deverá desenhar a letra “A”, tal como se ilustra na Figura 19.

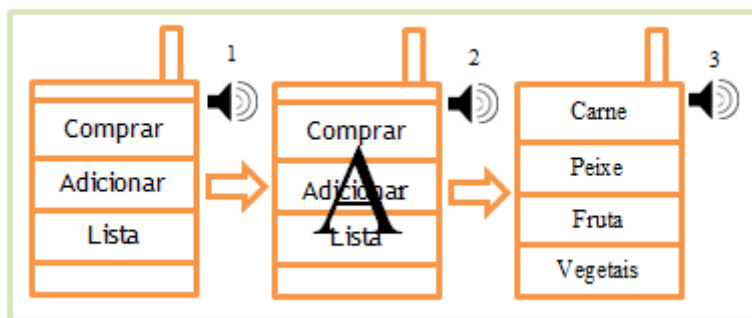


Figura 19 - Adicionar um item à lista de compras

Legenda Figura 19:

1 - Menu Inicial; 2 - Adicionar produto; 3 - Carne, Peixe, Fruta, Vegetais.

Existem quatro menus com produtos pré-definidos (Carne, Peixe, Fruta e Vegetais). A escolha destes menus foi feita com base em produtos em que, à partida, não será fácil guardar tags colocadas em produtos comprados anteriormente. Este facto poderá ter a ver com a embalagem em que os mesmos são vendidos.

Seguidamente apresentam-se os 4 menus pré-definidos e a sequência de acções a efectuar até o produto ser adicionado à lista de compras. Uma vez mais tendo em mente que o gesto a associar ao menu será a primeira letra da palavra, o utilizador desenha o gesto associado, entra num submenu com itens associados ao produto escolhido anteriormente (Carne, Peixe, Fruta e Vegetais), introduz a quantidade desejada e o produto é adicionado automaticamente à lista de compras.

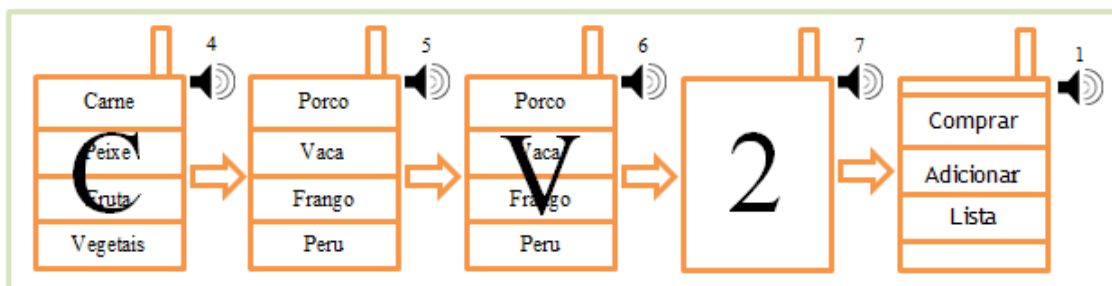


Figura 20 - Adicionar à lista um produto relativo a carne

Legenda Figura 20:

4 - Carne; 5 - Porco, Vaca, Frango, Peru; 6 - Carne de vaca, introduzir quantidade; 7 - Dois; 1 - Menu Principal

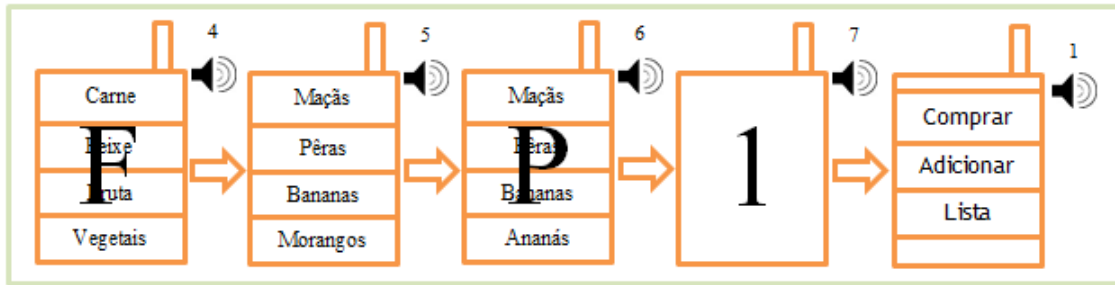


Figura 21 - Adicionar à lista um produto relativo a fruta

Legenda Figura 21:

4 - Fruta; 5 - Maçãs, Pêras, Bananas, Morangos; 6 - Pêras, introduzir quantidade; 7 - Um; 1 - Menu Principal

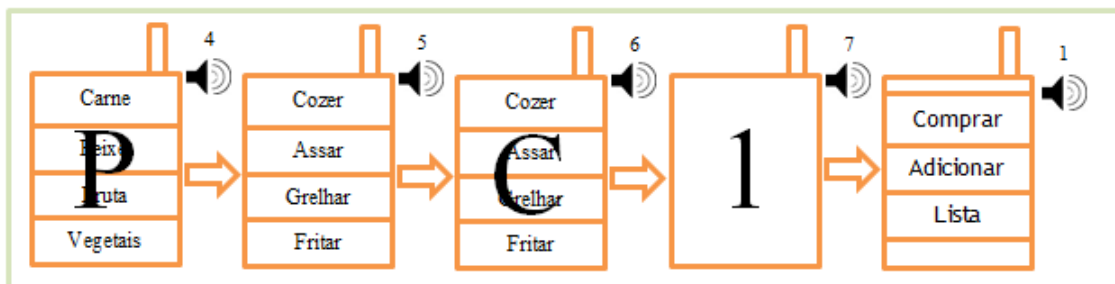


Figura 22 - Adicionar à lista um produto relativo a peixe

Legenda Figura 22:

4 - Peixe; 5 - Cozer, Assar, Grelhar, Fritar; 6 - Cozer, introduzir quantidade; 7 - Um; 1 - Menu Principal

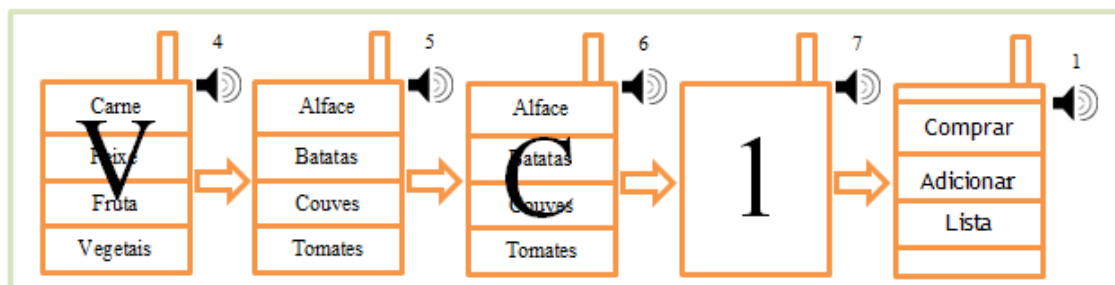


Figura 23 - Adicionar à lista um produto relativo a vegetais

Legenda Figura 23:

4 - Vegetais; 5 - Alface, Batatas, Couves, Tomates; 6 - Couves, introduzir quantidade; 7 - Um; 1 - Menu Principal

## 6.6 Cenário 3 – Compra numa superfície comercial

Quando o utilizador chega ao supermercado para efectuar as compras terá que ser acompanhado por um funcionário dessa superfície. De modo a activar a lista de compras, o utilizador terá que tocar numa tag NFC colocada à entrada. A partir deste momento a sua lista é activada e os itens vão sendo enunciados sequencialmente. Na Figura 24 está ilustrado o comportamento da interface para a compra do item leite da lista de compras. À medida que o utilizador vai desenhando o gesto que confirma a compra de um item “✓”, a lista vai diminuindo, até que é alertado quando a mesma termina.

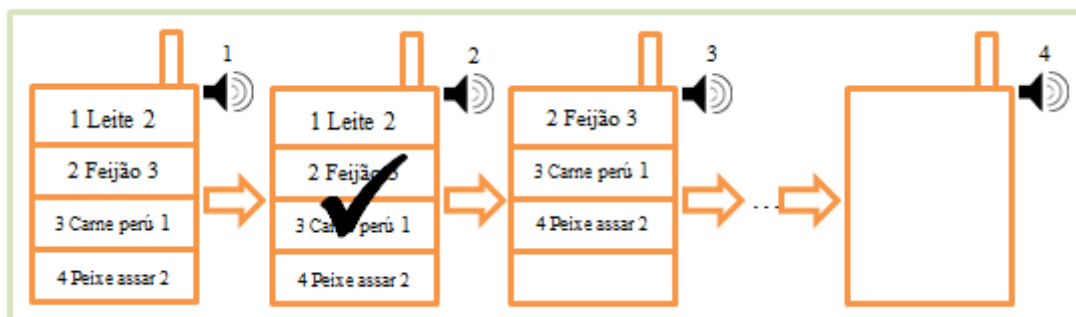


Figura 24 - Compra do item leite da lista de compras

Legenda Figura 24:

1 - Item um - Leite 2 unidades; 2 - Item um adicionado; 3 - Item dois - Feijão 3 unidades; 4 - Lista de compras finalizada.

A qualquer momento é possível saltar um item na lista de compras. Ao desenhar o gesto para saltar um item “↓”, este passará para a posição imediatamente seguinte. Tal comportamento está ilustrado na Figura 25.

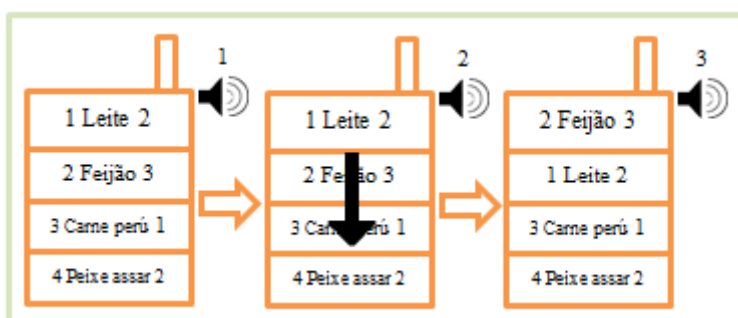


Figura 25 - Saltar um item na lista de compras

Também é possível em qualquer momento retroceder um ecrã, uma vez mais, basta desenhar o gesto associado à acção de retroceder “←”, ilustrado na Figura 26.

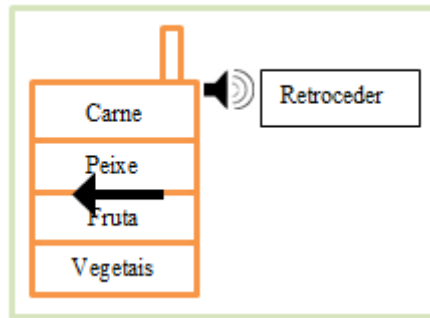


Figura 26 - Gesto para voltar ao menu anterior

É possível em qualquer momento voltar ao menu inicial, basta para tal desenhar o gesto apropriado “U”. Tal acção está ilustrada na Figura 27.

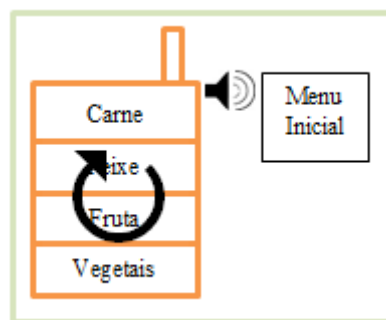


Figura 27 - Voltar ao menu inicial

De salientar também que quando é desenhado um gesto que não é reconhecido, o utilizador é alertado através de voz para tal facto, Figura 28.

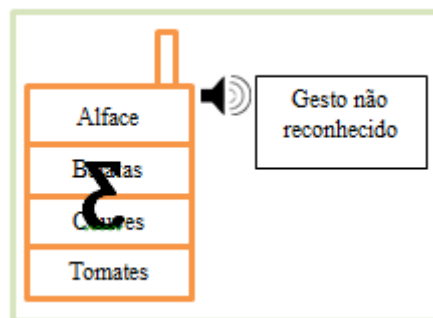


Figura 28 - Gesto não reconhecido

A base de dados que permite comparar os gestos desenhados deverá contemplar alguma variedade de gestos com os quais comparar aqueles desenhados. De entre os gestos registados em base de dados e que servem para comparação devem existir alguns feitos por pessoas cegas, tal como sugerido por Kane et al [88]. De salientar também que a interface deverá apresentar um grande contraste nas cores utilizadas bem como tipo de letra o maior possível.

## 6.7 Utilização da Teoria Actor-Rede

Nesta secção são apresentados elementos importantes, de forma sumária, da Teoria Actor-Rede (ANT) e as razões de sua utilização neste trabalho. Trata-se de um referencial teórico e de procedimentos metodológicos em processo de construção, através da simetria no tratamento de atores humanos e não humanos (artefactos).

Na ANT qualquer pessoa ou artefacto que imponha a sua linguagem a outros pode ser considerado actor numa rede (*network*) de acordo com Latour [82]. A tecnologia usada e a interface influenciam comportamentos, sendo assim, atores. Os atores são efeitos da rede, uma vez que se formam, e que se fortalecem pela inclusão de atributos e interesses de várias entidades nas redes.

A Figura 29 apresenta os princípios da ANT utilizados no design da interface para invisuais tendo em consideração as tecnologias, pessoas (invisuais), as organizações, os espaços, entre outros elementos, envolvidos no processo de design.

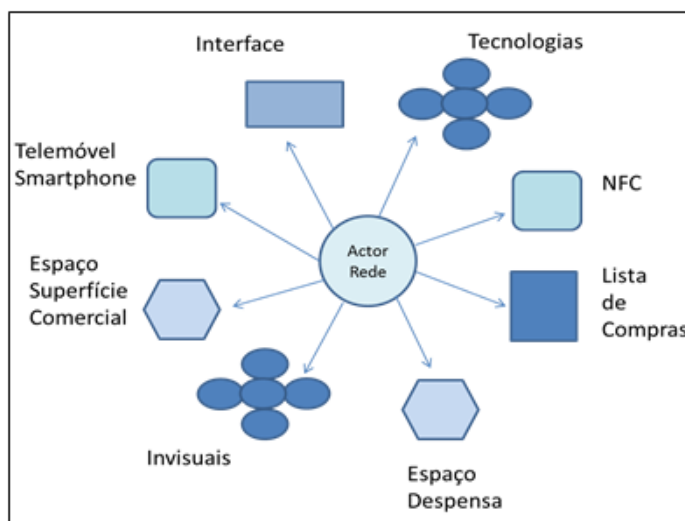


Figura 29 - Diagrama dos princípios da ANT no design da interface

Como foi referido no capítulo sobre a metodologia, os principais mecanismos que permitem a descrição de redes, por meio da ANT, são a tradução e a inscrição.

O processo de tradução é uma negociação entre atores, a acção que a rede vai executar, ou ainda, o resultado em alinhar o interesse de múltiplos atores [81]. A tradução exige a mobilização de actores e recursos.

As redes, a partir dos processos de tradução, vão-se consolidando por meio de inscrições, tais como a introdução de artefactos técnicos que garantem a protecção dos interesses de um actor [100].

## 6.8 Sumário

Toda a interface foi desenvolvida com base nas respostas às questões efectuadas durante o questionário, bem como alguns comentários registados durante o mesmo, e com base no estudo desenvolvido por Kane et al [88]. De acordo com o questionário, a utilização da tecnologia NFC apresenta um forte potencial para este público-alvo sendo, no entanto, uma tecnologia totalmente desconhecida. Também de acordo com Kamel e Landay [98] e com Crossan e Brewster [99] a utilização de gestos e voz são de facto uma técnica eficiente no auxílio a melhores condições de vida e independência destas pessoas, daí a interface desenvolvida girar intimamente em torno destes dois conceitos, bem como em torno da tecnologia NFC.

Neste capítulo foram apresentados, de forma bastante sumária, pois não era objectivo deste trabalho, fazê-lo em maior detalhe, os princípios da Teoria Actor-Rede que serviram de base para a análise dos dados recolhidos para o mesmo.

## 7 Conclusão e trabalho futuro

Ao longo do presente trabalho são abordados conceitos de cariz social e outros puramente tecnológicos. A vertente tecnológica pretende ser um meio de colmatar, ou mostrar de que forma, a tecnologia pode ser usada como resposta a paradigmas sociais. O binómio inclusão/exclusão social embora sendo um conceito um pouco ambíguo e dependente do contexto em que se insere, serve como base para o desenvolvimento do presente trabalho. Recorrendo a um dos perfis de grupos socialmente excluídos encontram-se as pessoas com deficiência, e no qual o publico alvo, pessoas cegas ou com deficiência visual, se inclui.

Por outro lado, pretende-se combater o conceito de exclusão social com a tecnologia disponibilizada hoje em dia e fazer da tecnologia uma arma de inclusão social. A necessidade de dar ênfase aos problemas e barreiras que muitas vezes os mais desfavorecidos enfrentam bem como a necessidade de haver serviços que correspondam às necessidades individuais de acordo com o problema que cada um desses indivíduos enfrenta são cada vez mais metas de inclusão social que podem ser obtidas recorrendo à tecnologia disponível.

Outro conceito abordado é o de inclusão digital, conceito um pouco mais simples de abordar, e definido como a capacidade de grupos ou indivíduos utilizarem a informação e as tecnologias de comunicação. Este conceito está intimamente ligado com o conceito de exclusão social, e também está relacionado com os conceitos vistos anteriormente, sendo que as pessoas que mais sofrem de exclusão social são também aquelas com menos acesso a recursos digitais. Por sua vez a inclusão digital também apresenta como um dos princípios fundamentais a acessibilidade para pessoas com incapacidades.

Para que os conceitos de inclusão social e inclusão digital, abordados anteriormente, sejam postos em prática há a necessidade de abordar o conceito de design universal. Na era

tecnológica, em que se vive presentemente, há necessidade de apresentar e desenhar interfaces de qualidade, acessíveis e possíveis de utilizar por toda uma população com diferente tipo de utilizadores. De entre estes utilizadores encontram-se também as pessoas cegas ou com incapacidades visuais. Tendo em conta o público-alvo descrito pretendeu-se criar uma aplicação que fosse utilizável pelo maior número possível de pessoas, e que correspondesse às necessidades e expectativas do utilizador final de forma a garantir uma total acessibilidade bem como a melhor qualidade de interacção possível.

A tecnologia com mais ênfase ao longo do presente trabalho é a tecnologia NFC. Baseada nos standards definidos pelo NFC Forum, a tecnologia NFC pode ser definida como uma tecnologia de ligação sem fios e que funciona por contacto ou curta distância. Dado o modo de funcionamento apresenta-se como uma tecnologia intuitiva e sem complicações, por exemplo, para ouvir informação de voz contida numa tag NFC basta aproximar um dispositivo, também compatível com a tecnologia NFC, e ouvir a informação: não é necessário qualquer outra acção por parte do utilizador. Subentende-se que terá que haver uma aplicação instalada no dispositivo que é despoletada pela aproximação entre dispositivos e que posteriormente irá interpretar a informação.

Uma vez abordados conceitos sociais e tecnológicos pretendeu-se traduzir os mesmos sob a forma de uma aplicação, que por um lado, aplica os conceitos tecnológicos e, por outro, pretende dar resposta a conceitos sociais, traduzidos numa interface com design acessível e que satisfaça as necessidades do público-alvo. A aplicação resultante tem como propósito servir as pessoas cegas ou com deficiência visual numa tarefa tão simples como a de elaborar uma lista de compras. Os produtos, desde que marcados com uma tag NFC, são passíveis de ser adicionados à lista de compras bem como é possível ouvir informação acerca dos mesmos. Toda a interacção com o utilizador é feita através de um ecrã touch screen e o utilizador apenas terá que usar gestos para interagir com a aplicação.

## 7.1 Contribuições

O uso de um ecrã touch screen e a tecnologia NFC foram o ponto de partida para o desenvolvimento da aplicação. Através das entrevistas realizadas procurou-se saber até que ponto seria viável utilizar os pontos de partida definidos. Nas entrevistas foram efectuadas questões relativas à utilização de uma interface que funciona apenas com toque e que tem subjacente a temática NFC, tal como o desenhar letras e números num telemóvel tem implícito o uso de touch screen e de gestos. A resposta a ambas as questões teve 100% de respostas positivas. Uma outra contribuição decisiva para o design da interface foi o estudo efectuado por Kane et al.[88] e no qual fica patente que o uso de ecrãs touch screen bem como a utilização de gestos são, de facto, tecnologias passíveis de ser utilizadas em favor do público alvo aqui caracterizado. Mais estudos efectuados com o mesmo propósito, nomeadamente os estudos efectuados por Kamel e Landay [98] e por Crossan e Brewster [99], mostram também que os gestos são de facto uma técnica eficiente de interacção para pessoas

cegas. Ainda de salientar que as pessoas cegas, independentemente da idade em que cegaram, têm mais sensibilidade táctil nos deus dedos do que aquelas que vêem.

## 7.2 Trabalho Futuro

A aplicabilidade da aplicação poderá ser um facto questionável em pequenas superfícies comerciais, porque a manutenção de uma base de dados de produtos para a aplicação poderia ser complicada. Em termos conceptuais está pensada para uma grande superfície uma vez que já existem bases de dados construídas com informação acerca dos produtos.

Como trabalho futuro, poderia ser incorporado na interface desenvolvida um sistema de localização, semelhante ao GPS, mas com funcionamento em superfícies cobertas e com uma precisão melhorada. A ideia para a aplicação do sistema de localização seria dar uma maior autonomia às pessoas com problemas visuais, uma vez que, além de as guiar dentro da superfície comercial, e evitar eventuais barreiras, seria também preciso na localização dos produtos contidos na lista de compras. Esta característica foi referida numa das entrevistas realizadas, cujo entrevistado abordou a questão de que se um dispositivo móvel fosse utilizado como bloco de notas num supermercado seria útil se *“passássemos no corredor e o equipamento detectasse automaticamente os produtos que estivessem na lista”*.

O objectivo primordial deste trabalho, de índole académica, não era o desenvolvimento de uma aplicação a disponibilizar aos utilizadores alvo, por um lado, por questões de ordem financeira e por outro, porque a implementação de tags num supermercado e em casa dos entrevistados traria dificuldades de ordem político-social. Assim decidiu-se criar uma interface como protótipo funcional.

De qualquer modo, considera-se que este trabalho correspondeu às necessidades apresentadas pelos entrevistados, os quais tiveram interferência, tanto na fase de desenvolvimento, como na fase de testes com o utilizador. Assim, pode-se dizer que a validação deste trabalho foi feita, quer pelos entrevistados, quer pela aceitação de um artigo científico sobre o mesmo na "4th International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion" que ocorrerá em Julho de 2012 em Portugal. De referir ainda que os artigos desta conferencia são indexados pela ISI Web of Science. Aguardam-se as críticas e sugestões na apresentação pública do artigo.

## Referências

- [1] PCWorld  
[http://www.pcworld.com/article/246505/35\\_million\\_phones\\_sold\\_in\\_2011\\_can\\_make\\_mobile\\_payments.html](http://www.pcworld.com/article/246505/35_million_phones_sold_in_2011_can_make_mobile_payments.html)  
[Consultado em 22/12/2011]
- [2] Alan Hayes, Matthew Gray and Ben Edwards,, (October 2008), Social Inclusion - Origins, concepts and key themes
- [3] Tony Vinson, (January 2009), social Inclusion - The origins, meaning, definition and economic implications of the concept social inclusion/exclusion
- [4] Heath Canada - <http://www.hc-sc.gc.ca/index-eng.php> [Acedido em 20/05/2012]
- [5] Australian Social Inclusion Board, (November 2008), Social Inclusion Principles in Summary
- [6] UA - <http://portal.ua.pt/thesaurus/default1.asp?OP2=0&Serie=0&Obra=19&H1=3&H2=2> [Acedido em 03/01/2012]
- [7] Tabela OMS, SECRETARIADO NACIONAL DE REABILITAÇÃO. Ministério do Emprego e da Segurança Social. Classificação Internacional das Deficiências, Incapacidades e Desvantagens (HANDICAPS): um manual de classificação das consequências das doenças. Lisboa-Portugal, OMS, (1989)
- [8] ACAPO - [http://www.acapo.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=203&catid=293&Itemid=209](http://www.acapo.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=203&catid=293&Itemid=209)  
[Acedido 03/05/2012]
- [9] S.Hugonnier-Clayette, M.Bourron-Madignier, P.Magnard & A.Hullo - As Deficiências Visuais. Deficiências e Readaptação,.Ed Manole, Lda, São Paulo, 1989
- [10] CMJornal - <http://www.cmjornal.xl.pt/detalhe/noticias/nacional/ensino/olimpiadas-para-incentivar-uso-do-braille> [Acedido em 03/02/2012]
- [11] Corel Corporation, 2004, Accessibility white paper
- [12] g3ict, (March 2011), Accessibility, Innovation and Sustainability at AT&T
- [13] United Nations - <http://www.un.org/disabilities/convention/conventionfull.shtml> [Acedido em 19/05/2012]
- [14] AT&T - <http://www.att.com/> [Acedido em 19/05/2012]
- [15] Decreto de Lei nº33/2008 - [http://www.redesolidaria.org.pt/legislacao/l33\\_08.txt](http://www.redesolidaria.org.pt/legislacao/l33_08.txt) [Acedido em 02/11/2011]
- [16] M. Warschaner, Technology and Socail Inclusion, Rethinking the Digital Divide, The MIT Press (2004)
- [17] Stephanidis et al., User Interfaces for All: Concepts, Methods and Tools. (ed.) Lawrence Erlbaum Associates, (2001)
- [18] Dr Ellen J. Helsper, (October 2008), Digital Inclusion: An Analysis of Social Disadvantage and the Information Society
- [19] Don Perlgut, (November 2011), Digital Inclusion in the Broadband World: Challenges for Australia
- [20] Institute of Museum and Library Services, University of Washington Technology & Social Change Group, International City/ County Management Association. (2011 May). *Proposed Framework for Digitally Inclusive Communities: Final Report*. Washington, DC: Institute of Museum and Library Services.
- [21] UPSA - <http://www.upsa.es/clubinnovacion/proyectos/2009/pharmafabula.php> [Acedido 14/09/2011]
- [22] NFC Forum - [http://www.nfc-forum.org/news/pr/view?item\\_key=3b33de70eabfbcc56dc969b8e98da0fdec35a1e](http://www.nfc-forum.org/news/pr/view?item_key=3b33de70eabfbcc56dc969b8e98da0fdec35a1e)  
[Acedido 03/01/2012]
- [23] Gartner - <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1622614> [Acedido 25/01/2012]
- [24] AFB - <http://www.afb.org/afbpress/pub.asp?DocID=aw120602> [Acedido 22/11/2011]
- [25] CodeFactory - <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=415> [Acedido 25/11/2011]
- [26] Google - [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback&hl=pt\\_PT](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.marvin.talkback&hl=pt_PT)  
[Acedido em 25/11/2012]
- [27] Google - <https://play.google.com/store> [Acedido em 25/11/2011]
- [28] Apple - <http://www.apple.com/accessibility/iphone/vision.html> [Acedido 26/11/2011]
- [29] Looktel - <http://www.looktel.com/products> [Acedido 26/11/2011]
- [30] Apple - <http://itunes.apple.com/pt/app/saytext/id376337999?mt=8> [Acedido 25/11/2011]

- [31] VisionAustralia - <http://www.visionaustralia.org.au/info.aspx?page=1502> [Acedido 25/11/2011]
- [32] Yanko Design - <http://www.yankodesign.com/2009/06/15/touchphone-for-the-blind/> [Acedido 27/11/2011]
- [33] RFID - <http://www.rfid.org/> [Acedido 14/09/2011]
- [34] Optelec - [http://www.optelec.com/en\\_GB/product/braille-computer-access/easylink12](http://www.optelec.com/en_GB/product/braille-computer-access/easylink12) [Acedido 27/11/2011]
- [35] NFC Forum - <http://www.nfc-forum.org/aboutus/> [Acedido 03/10/2011]
- [36] NFC Forum NDEF, (2006), NFC Data Exchange Format (NDEF) Technical Specification 1.0
- [37] NFC Forum RTD, (2006), NFC Record Type Definition(RTD) Technical Specification 1.0
- [38] NFC Forum - [http://www.nfc-forum.org/specs/spec\\_list/](http://www.nfc-forum.org/specs/spec_list/) [Acedido 03/10/2011]
- [39] NFC Forum - <http://www.nfc-forum.org/aboutnfc/> [Acedido 20/09/2011]
- [40] NFC Forum Type 1 Tag, (2007), NFC Forum Type 1 Tag Technical Specification Technical Specification 1.0
- [41] NFC Forum Type 2 Tag, (2007), NFC Forum Type 2 Tag Technical Specification Technical Specification 1.0
- [42] NFC Forum Type 3 Tag, (2007), NFC Forum Type 3 Tag Technical Specification Technical Specification 1.0
- [43] NFC Forum Type 4 Tag, (2010), NFC Forum Type 4 Tag Technical Specification Technical Specification 1.0
- [44] ISO 18092 - [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=38578](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38578) [Acedido 20/09/2011]
- [45] ISO 18003- [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=34114](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=34114) [Acedido 21/09/2011]
- [46] NFC Forum - <http://www.nfc-forum.org/resources/faqs#operating> [Acedido 21/09/2011]
- [47] ISO 14443 - [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=39693](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39693) [Acedido 21/09/2011]
- [48] NFC Forum Smart Poster, (2006), Smart Poster Record Type Definition Technical Specification Technical Specification 1.
- [49] NFC Forum URI, (2006), URI Record Type Definition Technical Specification Technical Specification 1.0
- [50] ISO 15963 - [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=30530](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=30530) [Acedido 20/09/2011]
- [51] NFC Forum - [http://www.nfc-forum.org/specs/spec\\_list/](http://www.nfc-forum.org/specs/spec_list/) [Acedido 30/09/2011]
- [52] CISCO - <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/OSI-Routing.html> [Acedido 22/04/2012]
- [53] IEEE 802.2 - IEEE Std 802.2, 1998 Edition(R2003), Part 2: Logical Link Control
- [54] Sun Obex - <http://developers.sun.com/mobility/apis/articles/bluetoothobex/>[Acedido 22/04/2012]
- [55] Protocols TCP/IP - <http://www.protocols.com/pbook/tcpip2.htm#TCP> [Acedido 22/04/2012]
- [56] IANA MIME - <http://www.iana.org/assignments/media-types/index.html> [Acedido 02/02/2012]
- [57] NFC Forum Generic Control, (2008), Generic Control Record Type Definition Technical Specification Technical Specification 1.0
- [58] IETF RFC 2045 - <http://www.ietf.org/rfc/rfc2045.txt> [Acedido 04/12/2011]
- [59] RFC 2046, (November 2006), Network Working Group - Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Part Two: Media Types
- [60] RFC 3986, (January 2005), Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax
- [61] NFC Forum Text RTD, (2006), Text Record Type Definition Technical Specification Technical Specification 1.0
- [62] UTF-8 <http://www.utf8.com/> [Acedido 05/12/2011]
- [63] UTF-16 [http://unicode.org/faq/utf\\_bom.html](http://unicode.org/faq/utf_bom.html) [Acedido 05/12/2011]
- [64] W3 CRLF - [http://www.w3.org/Protocols/rfc1341/7\\_2\\_Multipart.html](http://www.w3.org/Protocols/rfc1341/7_2_Multipart.html) [Acedido 04/12/2011]
- [65] IETF RFC 3066 - <http://www.ietf.org/rfc/rfc3066.txt> [Acedido 04/12/2011]
- [66] NFC Forum Generic Control RTD, (2008), Generic Control Record Type Definition Technical Specification Technical Specification 1.0
- [67] IETF vCard RFC2426 - <http://tools.ietf.org/html/rfc2426> [Acedido 05/12/2011]
- [68] NXP -<http://www.nxp.com/> [Acedido 05/12/2011]
- [69] MIFARE - <http://mifare.net/> [Acedido 05/12/2011]
- [70] Sony Felica - <http://www.sony.net/Products/felica/> [Acedido 05/12/2011]
- [71] JIS X 6319-4, (2005), Specification of implementation for integrated circuit(s) cards - Part 4: High Speed proximity cards

- [72] NXP Desfire - [http://www.nxp.com/products/identification\\_and\\_security/smart\\_card\\_ics/mifare\\_smart\\_card\\_ics/mifare\\_desfire/](http://www.nxp.com/products/identification_and_security/smart_card_ics/mifare_smart_card_ics/mifare_desfire/) [Acedido 02/02/2012]
- [73] SmartMX-JCOP - <http://www.motechno.com/ibm-java-card-jcop.0.html> [Acedido 02/02/2012]
- [74] Josef Laner, Andreas Oyrer (Near field Communication Research Lab Hagenberg), (September 2009), Secure Element Development
- [75] Google Wallet - <http://www.google.com/wallet/> [Acedido 05/03/2012]
- [76] GSM Association - <http://www.gsm.org/> [Acedido 05/03/2012]
- [77] NFC Forum, (October 2008), Essentials for successful NFC Mobile Ecosystem
- [78] BLOOMFIELD, B. P., COOMBS, R.; COOPER, D. J. & REA, D. —Machines and Manoeuvres: Responsibility Accounting and the Construction of Hospital Information Systems. *Accounting, Management & Information Technology*, vol. 2, no. 4, pp. 197-219, 1992.
- [79] Callon, M., Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuç Bay. In: LAW, J. *Power, action and belief: a new sociology of knowledge?* London: Routledge, 1986a. p. 196-223.
- [80] GASSON, S. —A genealogical study of boundary-spanning IS design. *European Journal of Information Systems*, 15, p. 26-41, 2006.
- [81] HARDY, C. A. & WILLIAMS, S. P. —E-government policy and practice: a theoretical and empirical exploration of public e-procurement”. *Government Information Quarterly*, 25, 2008.
- [82] Latour, B., *Reassembling the social: an introduction to actor-network theory*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- [83] Law, Notes on the theory of the actor-network: ordering, strategy and heterogeneity. *Centre for Science Studies*, Lancaster University, Lancaster, 2003. Disponível em [www.lancs.ac.uk/fass/sociology/papers/law-notes-on-ant.pdf](http://www.lancs.ac.uk/fass/sociology/papers/law-notes-on-ant.pdf). Acesso em maio/2012.
- [84] SINGLETON, V. & MICHAEL, M. —Actor-Networks and Ambivalence: General Practitioners in the UK Cervical Screening. *Social Studies of Science*, Vol. 23, No. 2, p. 227-264, maio de 1993.
- [85] TATNALL, A. —Information Systems, Technology Adoption and Innovation Translation. *International Journal of Actor-Network Theory and Technological Innovation - JANTTI*, vol. 1, n. 1, p. 59-74, Janeiro-Março de 2009.
- [86] UDEN, L. & FRANCIS, J. *INTERNATIONAL Journal of Actor-Network Theory and Technological Innovation*, 1(1), p.23-44, 2009.
- [87] WALL, P. J. —Mobilizing open source software development networks. *Proceedings of the Triangular Post-Graduate Conference*, Dublin, 2008.
- [88] Shaun K. Kane, Jacob O.Wobbrock, Richard E. Ladner - Usable gestures for Blind People: Understanding Preference and Performance, CHI 2011
- [89] Buxton, W., Hill, R. and Rowley, P. Issues and techniques in touch-sensitive tablet input. *Proc. SIGGRAPH '85*, ACM (1985), 215-224.
- [90] Buxton, W., Foulds, R., Rosen, M., Scadden, L. and Shein, F. Human interface design and the handicapped user. *SIGCHI Bulletin* 17, 4 (1986), 291-297.
- [91] Law, C. and Vanderheiden, G. The development of a simple, low cost set of universal access features for electronic devices. *Proc. CUU '00*, ACM (2000), 118.
- [92] Vanderheiden, G.C. Use of audio-haptic interface techniques to allow nonvisual access to touchscreen appliances. *Proc. HFES 40*, (1996), 1266.
- [93] Tinwala, H. and MacKenzie, I.S. Eyes-free text entry with error correction on touchscreen mobile devices. *Proc. NordiCHI '10*, ACM (2010), 511-520.
- [94] Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Ibanez, V., Deiber, M.P., Dold, G. and Hallett, M. Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects. *Nature* 380, 6574 (1996), 526-528.
- [95] Goldreich, D. and Kanics, I.M. Tactile acuity is enhanced in blindness. *Journal of Neuroscience* 23, 8 (2003), 3439-3445.
- [96] Van Boven, R., Hamilton, R., Kauffman, T., Keenan, J. and Pascual-Leone, A. Tactile spatial resolution in blind Braille readers. *Neurology*, 54 (2000), 2230-2236.

- [97] Heller, M.A., Wilson, K., Steffen, H., Yoneyama, K. and Brackett, D.D. Superior haptic perceptual selectivity in late-blind and very-low-vision subjects. *Perception* 32, 4 (2003), 499-511.
- [98] Kamel, H.M. and Landay, J.A. A study of blind drawing practice: Creating graphical information without the visual channel. *Proc. ASSETS '00*, ACM (2000), 34-41.
- [99] Crossan, A. and Brewster, S. Multimodal trajectory playback for teaching shape information and trajectories to visually impaired computer users. *ACM TACCESS* 1, 2 (2008), 1-34.
- [100] Latour, B., "Where are the missing masses?" The sociology of a few mundane artifacts. *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1992.