

# Interacção e Multimédia em Dispositivos Móveis

---

Estudo submetido para satisfação parcial dos requisitos de admissão  
a provas públicas para Professor Adjunto  
para a área Científica de Sistemas e Tecnologias de Informação,  
grupo de disciplinas de Multimédia e Interacção Homem- Máquina

Luís Cláudio dos Santos Barradas

Janeiro de 2009



# Índice

1.	Introdução.....	9
2.	Dispositivos Móveis .....	13
2.1.	Arquitectura genérica de um dispositivo móvel .....	14
2.2.	Sistemas Operativos.....	15
2.3.	Ambientes de Execução.....	16
2.4.	Limitações dos dispositivos móveis .....	18
2.5.	Conectividade e Acesso à Rede .....	19
3.	Interação em Dispositivos Móveis.....	23
3.1.	Usabilidade em Dispositivos Móveis.....	23
3.2.	Factores chave para a interacção de aplicações móveis.....	27
3.3.	Considerações adicionais para a interacção em aplicações Wireless.....	30
4.	Aplicações Multimédia em Dispositivos Móveis .....	33
4.1.	Introdução .....	33
4.2.	Tipos de Aplicações Móveis.....	33
4.3.	Multimédia Móvel .....	36
4.4.	Vídeo Móvel – Standards e Aplicações .....	44
4.5.	Serviços de Suporte a Multimédia .....	55
4.6.	Gestão do Direitos de Autor .....	56
4.7.	Facilitadores para <i>Software</i> e Multimédia .....	57
5.	Conclusão .....	63
6.	Bibliografia.....	65



## Lista de Figuras

Figura 1 – Arquitectura Genérica de um Dispositivo Móvel .....	14
Figura 2 – Sistema operativo e unidades funcionais .....	15
Figura 3 – SVG em Dispositivos Móveis.....	40
Figura 4 – Enquadramento do OpenVG na pilha aplicacional dos Dispositivos Móveis .....	41
Figura 5 – Utilização de gráficos 3D em Interfaces .....	41
Figura 6 – Pilha protocolar MTSI .....	49
Figura 7 – Pilha de Protocolos MBMS .....	50
Figura 8 – Multiplexagem de serviços em DVB-H.....	50
Figura 9 – Camadas da arquitectura IMS.....	55
Figura 10 – Métodos de Operação OMA DRM 1.0 .....	57
Figura 11 – Mobile flash harmoniza os canais em toda a camada de apresentação e dispositivos .....	59
Figura 12 – <i>Multimédia Rich Internet Applications</i> .....	61



## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Quadro resumo das tecnologias de acesso à rede para telefones móveis .....20

Tabela 2 – Lacunas, áreas e soluções tecnológicas na cadeia de valor na indústria da multimédia móvel  
.....58



## 1. Introdução

Os dispositivos móveis têm hoje em dia um papel fulcral no que se refere à determinação do sucesso de novas aplicações móveis, disponibilizando interfaces com o utilizador intuitivas desenvolvidas sobre tecnologia existente ou emergente e apresentadas num formato atractivo. O dispositivo modela a percepção dos utilizadores e determina se estes aceitarão e usarão novos serviços.

Actualmente os dispositivos móveis não se restringem à entrega de serviços de voz, estando a evoluir para lidar com todas as necessidades de comunicação, através de uma ampla variedade de formatos de média. Além disso, estão também capazes de alojar aplicações tornando-se já substitutos de consolas de jogos. No entanto, são apenas o último elo de uma cadeia de entrega de serviços, um sistema com capacidades de desenvolver diferentes ritmos ao longo de toda a cadeia, e a única constante que define a experiência com o utilizador. Desde o seu aparecimento, diferentes actores com diferentes papéis surgiram no mercado das comunicações móveis: fornecedores de plataformas, fornecedores de aplicações, fornecedores de dispositivos, integradores, etc.

Existem alguns paralelismos com o que aconteceu com a indústria dos computadores pessoais na década de 80, embora existam diferenças fundamentais. Os sintomas dos problemas dos primeiros computadores pessoais são similares: sistemas operativos dispersos, aspectos de interoperabilidade e variadas e complexas interfaces com o utilizador. Não obstante, é importante ter em mente que existem algumas diferenças essenciais, quando se comparam as duas indústrias e quando se prevê o seu desenvolvimento na tomada de decisões, bem como se implementam e distribuem as aplicações móveis. Uma diferença e contradição na indústria dos dispositivos móveis, reside no facto de um dispositivo ser mais sofisticado e de mais “gama alta”, quanto mais a sua construção seja baseada em componentes standard [Andersson *et al*, 2006]. Os dispositivos de “gama baixa” são construídos sobre sistemas proprietários e utilizam interfaces com o utilizador, proprietárias. Uma outra diferença reside na constante necessidade de energia e optimização de espaço. Isto levou a uma integração optimizada de componentes em vez do uso de componentes com interfaces abertas, como existe na indústria dos computadores pessoais. A outra face desta situação é a compatibilidade entre dispositivos de gama baixa e um baixo nível de uniformização entre dispositivos. O amplo alcance de rede – funcionalidade base de um dispositivo móvel, é um outro factor diferenciador que engloba, desde a comutação de circuitos de voz até às tecnologias de acesso que suportam altas taxas de transferência de dados, permitindo a disponibilização de mais funcionalidades. Contudo, também colocam novos problemas para as aplicações móveis e desafios à compreensão do que realmente é aplicável. Uma última e importante diferença é a sua economia de escala: em 2007 foram vendidos em todo o mundo cerca de

1.152.839.800 dispositivos móveis [Winter, 2008]. Isto explica por si, não só a actual importância dos dispositivos móveis, como também o direccionamento da indústria de produção de média e conteúdos, para a mobilização dos seus produtos e serviços. Consequentemente, serviços de difusão de vídeo, áudio e principalmente, serviços de Internet como o Correio Electrónico e a Web, são hoje comuns no mercado dos serviços móveis.

A indústria dos média adoptou o canal móvel por múltiplas e variadas razões, o que levou a que o mercado tenha evoluído muito rapidamente. Segundo Andersson [Andersson *et al*, 2006], existem três razões principais para tal:

- Tornarem-se digitais e ficaram conectados ao mundo;
- A necessidade de interactividade;
- A necessidade de personalização e marketing.

A mobilização e entrega dos média aos utilizadores de dispositivos móveis requer que o canal móvel tenha requisitos chave:

- A rede móvel deve ter capacidades de distribuição que proteja os direitos de autor;
- Modelos de negócio de difusão de conteúdos e serviços de facturação flexíveis;
- Interoperabilidade e flexibilidade na criação de conteúdos para todos os dispositivos, e formas de manter os conteúdos dinâmicos.

A evolução dos dispositivos pode ser vista de várias perspectivas: ao nível das tecnologias da rede de acesso; ao nível da autonomia e consumo de energia; ao nível dos serviços suportados; sistemas operativos de suporte; tecnologia de *hardware*; etc. Todavia, a necessidade de estes dispositivos serem “portáteis”, levou a que a sua evolução tenha caminhado também no sentido de se tornarem cada vez mais compactos, o que leva a que o modelo de interacção entre o utilizador e o dispositivo seja directamente influenciado por esta característica.

Este documento apresenta um estudo sobre a Interacção e Aplicações Multimédia em Dispositivos Móveis. Este estudo não pretende possuir um cariz puramente científico, mas também técnico e pedagógico, que permita servir de base para a compreensão dos ambientes, dispositivos e utilizadores móveis, para o desenvolvimento de serviços e aplicações multimédia interactivas em ambientes móveis.

No primeiro capítulo são apresentados os conceitos base para a compreensão dos dispositivos móveis enquanto dispositivos de comunicação e computação, sendo abordados temas como a taxinomia destes dispositivos, arquitectura genérica, sistemas operativos, ambientes de execução e tecnologias de conectividade e acesso à rede.

No segundo capítulo são abordadas questões da interactividade nestes dispositivos, onde são discutidas as questões de usabilidade, importância da compreensão do utilizador móvel no *design* da interacção e quais os factores chave para *design* de interactividade em aplicações móveis. No fim são apresentadas algumas considerações a ter em conta quando se projectam aplicações que dependem de conectividade a redes de operadores móveis.

No terceiro capítulo é realizado um estudo sobre o estado da arte das aplicações móveis e aplicações móveis multimédia. No contexto da multimédia são identificados os tipos de média utilizados em aplicações multimédia, formatos e cuidados a ter em conta na produção e autoria de cada uma dos tipos de média referidos. Nesta sequência é dado um ênfase especial ao vídeo móvel, respectivos standards e aplicações, dada a importância deste tipo de média no entrecho da multimédia móvel. Segue-se uma abordagem aos serviços de suporte, gestão de direitos de autor de conteúdos multimédia. No final deste capítulo são identificadas as lacunas que podem surgir ao longo da cadeia de valor da indústria da multimédia móvel, sendo atribuída uma ênfase especial no problema de apresentação consistente na Web e em canais móveis, apresentando-se a tecnologia Flash Lite como uma solução tecnológica possível para a colmatação desta lacuna.

Por fim, no quarto capítulo são apresentadas as conclusões, as tendências tecnológicas e respectivas implicações no âmbito da interacção, experiência do utilizador, aplicações e serviços multimédia móveis, num futuro próximo.



## 2. Dispositivos Móveis

Ao olhar-se para a evolução tecnológica a partir da segunda metade do século XX, pode-se verificar que a tendência para a miniaturização dos equipamentos tem sido uma constante. A substituição das válvulas pelo transistor e a sua compactação em circuitos integrados permitiu que a indústria da electrónica de consumo produzisse cada vez mais equipamentos mais sofisticados, poderosos, compactos e conseqüentemente mais fáceis de transportar. Para testar a veracidade deste parágrafo, basta compararmos o ENIAC (1946) com o primeiro IBM PC (1981) e com o WIBRAIN B1L (2008), nestes três aspectos. Para algumas pessoas, o primeiro e mais popular dispositivo móvel foi o Walkman da Sony [Leggett *et al*, 2006], que oferecia tanto entretenimento quanto um par de cassetes remisturadas e um conjunto de pilhas do tipo AA, pudessem proporcionar. O rápido desenvolvimento da indústria das comunicações sem fio veio também fomentar o aparecimento de novos equipamentos móveis. Actualmente existe no mercado uma grande variedade de dispositivos móveis, os quais se podem agrupar/classificar da seguinte forma [Leggett *et al*, 2006]:

- **Telefones móveis** – que segundo [Pulli *et al*, 2007] podem classificar-se como telefones móveis Básicos (mais populares) que oferecem as funcionalidades básicas de telefonia móvel; *Featured Phones*, telefones básicos com funcionalidades extra; e *Smartphones*, telefones que oferecem algumas funcionalidades e capacidades dos computadores pessoais para além das típicas dos telefones básicos.
- **Computadores Móveis** – que englobam os Computadores Portáteis, os computadores Ultra-móveis (UMPC) e Assistentes Digitais Pessoais (PDA's);
- **Consolas de Jogos Móveis** – onde se enquadram as populares Playstation Portable, N-Gage, e Game-Boy;
- **Media players/displayers** – que englobam os reprodutores de áudio e vídeo e leitores de livros electrónicos, portáteis.
- **Sistemas de Navegação Pessoais** – que englobam os dispositivos de navegação por GPS.

Apesar de todos estes dispositivos terem relevância no mercado actual, este estudo incide principalmente sobre os telefones móveis e PDA's. A razão para tal deve-se ao crescente convergência de funcionalidades entre os equipamentos, sendo os referidos aqueles que mais funcionalidades oferecem. A título de exemplo, é comum um PDA oferecer funcionalidades de navegação e reprodução de média. O mesmo acontece com os telefones móveis relativamente à execução de jogos e reprodução de média, ou até na disponibilização de serviços de navegação.

## 2.1. Arquitectura genérica de um dispositivo móvel

De modo a apresentar uma arquitectura genérica pode-se recorrer à apresentação dos componentes chave de um dispositivo móvel num modelo simplificado *Open System Interconnection* (OSI), multi-camada, a qual é representada pela Figura 1. A camada mais alta refere-se às aplicações do utilizador/cliente e do operador, estando a capacidade destas aplicações dependente das funções que as camadas de mais de baixo nível fornecem aos programadores de aplicações. Imediatamente abaixo aparece a camada de *Middleware*, que é uma abstracção de todas as funcionalidades que podem ser acedidas pelas aplicações móveis multimédia. Nesta camada aparece o ambiente de execução Java, BREW<sup>1</sup> ou .NET e uma variedade de APIs.

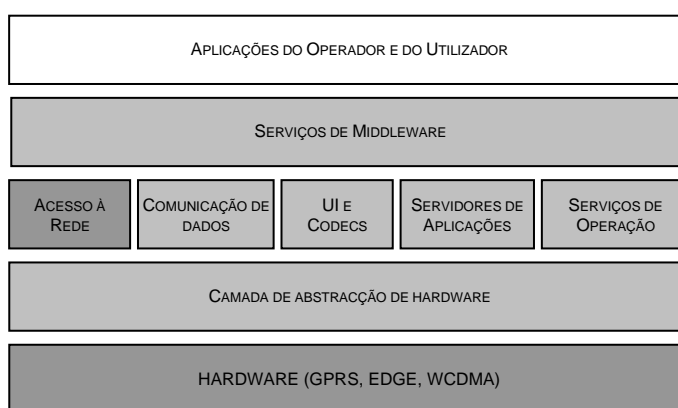


Figura 1 – Arquitectura Genérica de um Dispositivo Móvel<sup>2</sup>

No nível a seguir aparecem cinco blocos: Acesso a Rede, que disponibiliza o acesso à rede GSM, GPRS, EDGE, WCDMA, etc.; Comunicação de Dados que inclui serviços de ligação a redes pessoais, quer seja por infra-vermelhos, Bluetooth, USB e suporte para Ipv4/Ipv6; O bloco de Interface com o utilizador e *codecs*, que é responsável pelo *input/output* do dispositivo – utilização de câmaras, ecrãs, teclado e *touchscreens*, e responsável também pela disponibilização de *codecs* para aplicações multimédia (AAC, MP3, WB-AMR, H.263 e MPEG-4). O Bloco de Serviços de Operação ou sistema operativo engloba a operação em tempo-real do sistema e disponibiliza funções de baixo nível como a gestão da energia, gestão de memória, gestão de ficheiros, segurança da plataforma, acesso e controlo do cartão SIM, etc.; A camada de Abstracção de *Hardware* foi introduzida para tornar o *hardware* de baixo nível transparente para a camada de *software*.

<sup>1</sup><http://brew.qualcomm.com/brew/en/>

<sup>2</sup> Adaptado de [Ghosh *et al*, 2005]

## 2.2. Sistemas Operativos

Os sistemas operativos são responsáveis pela gestão de todo o *hardware* dos dispositivos móveis, disponibilizando assim a base de todas as funcionalidades oferecidas pelo dispositivo [Ghosh *et al*, 2005] [Andersson *et al*, 2006]. Os aparelhos de gama baixa utilizam sistemas operativos proprietários e apresentam interfaces gráficas específicas dos fornecedores. Os *Smartphones* possuem um sistema operativo que é aberto aos construtores de aplicações. Disponibilizam muitas funcionalidades e tipicamente possuem ecrãs de alta resolução e grandes capacidades de armazenamento de dados. Existe um leque alargado de sistemas operativos para dispositivos móveis. Os sistemas operativos dominantes para *Smartphones* são o Symbian OS, Microsoft Smartphone OS, PalmOS e RIM Blackberry [Canalys, 2005]. Tal como apresenta a Figura 2, as pilhas do Symbian e Microsoft podem ser abstraídas similarmente, uma vez que possuem três camadas: (1) Sistema Operativo Base, (2) Interface com o utilizador, e (3) Ambiente de Execução.

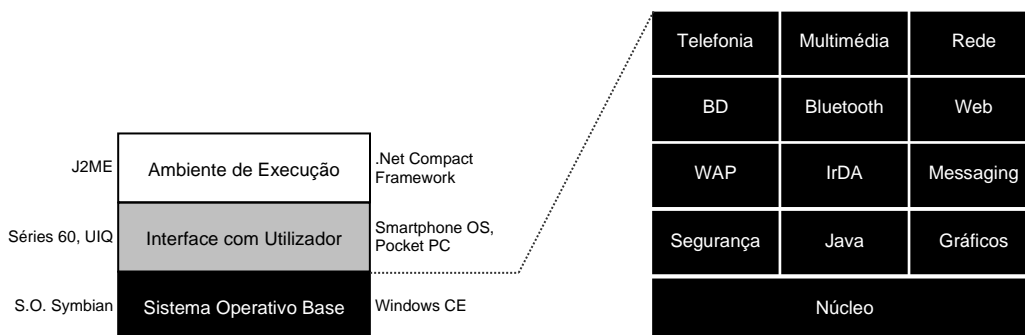


Figura 2 – Sistema operativo e unidades funcionais<sup>3</sup>

A camada mais baixa é constituída por doze blocos que assentam sobre o núcleo do sistema operativo: O componente Telefonia, que fornece as capacidades de Telefonia dos diferentes standards (GSM/ EDGE/ WCDMA/ CDMA2000); O componente Multimédia que engloba *frameworks* para ligação de câmaras, reconhecimento de voz, reprodução e gravação de vídeo, etc.; O componente de Rede inclui uma *framework* de transporte HTTP; os componentes Bluetooth e IrDA disponibilizam protocolos de conectividade local; o componente Web disponibiliza a apresentação de *rich text* entre outras funcionalidades; o componente Messaging, que no Symbian tem funcionalidades para troca de contactos e agenda; o componente Graphics disponibiliza funcionalidades para desenho e acesso directo ao ecrã; o componente Java disponibiliza o ambiente de execução Java; o componente Database engloba funcionalidades de sincronização e adaptadores de bases de dados. O Núcleo do sistema engloba as funcionalidades básicas de servidor de ficheiros, biblioteca de utilizador bem como a disponibilização de controladores de dispositivo. Em cima do sistema operativo assenta a

<sup>3</sup> Adaptado de [Andersson *et al*, 2006]

implementação específica da interface com o utilizador, tais como as extensões UIQ<sup>4</sup> para Symbian que permitem a utilização de temas para personalização da interface gráfica. A camada Ambiente de Execução disponibiliza a base para a execução das aplicações do utilizador e/ ou do operador, sendo no fundo uma camada de *middleware*.

Embora se tenha dado alguma relevância às plataformas Symbian e Windows, convém não descurar também os sistemas operativos baseados em Linux, como o Android OS, desenvolvido pela Google em parceria com a Open Handset Alliance (OHA)<sup>5</sup>, ou o iPhone OS da Apple. Este último é composto por quatro camadas de abstracção: **Core OS** – responsável pela segurança, gestão de energia, gestão sistema ficheiros e TCP/IP; **Core Services** – responsável pela Conectividade, Gestão de Multitarefa, Geo-Localização e Bases de Dados (Embedded SQLite); **Media** – que contém suporte para a Open Audio Library, *framework* de gráficos (Quartz), Animação base, reprodução de vídeo e gráficos 3D (OpenGL); e por fim a camada **Cocoa Touch** – responsável pelo gestão de eventos e controlo dos dispositivos de entrada e suporte para câmara fotográfica.

## 2.3. Ambientes de Execução

Como referido na secção anterior, em cima do sistema operativo assenta a camada Ambientes de Execução. A razão para a sua existência deve-se ao facto permitir a portabilidade de aplicações entre dispositivos, e facilitar o desenvolvimento de aplicações e serviços. As Plataformas Java 2 Mobile Edition, BREW e Microsoft .NET Compact *Framework* são as plataformas mais populares para o propósito [Andersson *et al*, 2006].

### 2.3.1. Java 2 Mobile Edition

A plataforma Java 2 Mobile Edition (J2ME) é a plataforma mais enraizada no desenvolvimento de aplicações para aplicações móveis [Leggett *et al*, 2006] e foi originalmente desenvolvida para lidar com as restrições associadas ao desenvolvimento de aplicações para pequenos dispositivos [Sun, 2009]. Para este propósito a Sun<sup>6</sup> projectou a base do J2ME de modo a que esta se ajustasse a um ambiente de execução limitado e que tornasse possível o desenvolvimento de aplicações Java que corressem em dispositivos com limitações de memória, energia e ao nível dos ecrãs. Esta plataforma divide-se em dois perfis principais: *Connected Limited Device Configuration* (CLDC) direccionado para dispositivos móveis com capacidades limitadas (telefones móveis, PDA's); e *Connected Device Configuration* (CDC) para dispositivos de consumo com mais capacidades (e.g., set-top boxes). No topo das diferentes configurações J2ME, estão definidos perfis que definem API's de alto nível, que

---

<sup>4</sup> <http://www.uiq.com>

<sup>5</sup> [Http://www.openhandsetalliance.com](http://www.openhandsetalliance.com)

<sup>6</sup> <http://www.sun.com>

definem as aplicações. Um exemplo é a combinação da CLDC com a *Mobile Device Profile* (MIDP) para a disponibilização de um ambiente de execução de aplicações (conhecidas por MIDlets) para telefones móveis e dispositivos móveis com capacidades similares. As MIDlets podem residir num repositório algures no ecossistema, podendo o utilizador final procurar um determinado tipo de aplicações e descarregá-las para o seu dispositivo num ambiente sem fios. Entre os vários tipos de aplicações que podem ser desenvolvidas destacam-se os jogos móveis, música móvel, mapas, serviços baseados na localização e serviços personalizados. A actual especificação – MIDP2.0 [Sun, 2009], oferece: capacidades de *uploading* avançadas, interfaces com o utilizador avançadas, e suporte para áudio e imagem digital. As vantagens que esta plataforma apresenta englobam: uma linguagem de programação madura e totalmente orientada a objectos; velocidade; segurança; armazenamento local; suporte da plataforma MIDP. As suas principais limitações referem-se ao seu comportamento dependente do dispositivo, devido aos variados perfis e configurações disponíveis, juntamente com a introdução de novas funcionalidades encontradas em pacotes opcionais.

### 2.3.2. BREW

De *Binary Runtime Environment for Wireless*, BREW é uma iniciativa da Qualcomm para disponibilizar aos operadores um ambiente de desenvolvimento/ execução de aplicações móveis. Embora inicialmente estivesse apenas disponível para dispositivos com conectividade baseada em CDMA, actualmente existe já disponível para telefones GSM, GPRS e UMTS. Uma das características desta plataforma é o suporte para o desenvolvimento em linguagem C, C++ e Java. Porém, o ponto forte da plataforma reside na segurança: todas as aplicações BREW têm que estar digitalmente assinadas de modo a que estas possam ser executadas num dispositivo. Apenas os construtores de *software* autenticados podem obter o *software* para assinar as aplicações, e uma vez pronta, uma aplicação BREW tem que ser testada pela Qualcomm, antes de poder ser distribuída [Leggett *et al*, 2006]. Para o desenvolvimento em BREW utilizando-se módulos. Um módulo é composto por uma ou mais classes. As classes podem ainda ser classificadas como Applets, que do ponto de vista do utilizador é a aplicação que vê em execução. Todas as classes possuem um identificador único denominado BID, o qual consiste num ficheiro com um número inteiro de 32 bits, e que é fornecido pela Qualcomm. Os módulos possuem ainda um ficheiro denominado MIF (*Module Information File*) que contém todos os BIDS e nomes de classes associados.

### 2.3.3. .Net Compact Framework

A Microsoft *.NET Compact Framework* é uma versão simplificada da Microsoft *.NET Framework*, desenhada para desenvolver e executar aplicações em dispositivos móveis baseadas em plataformas Microsoft Windows (Windows CE, Windows Mobile e Windows Embedded CE), embora existam

iniciativas para transporte da plataforma para dispositivos baseados em Symbian OS [Siegemund *et al*, 2006]. Esta *framework* engloba uma versão otimizada do *Common Language Runtime* (CLR) [Microsoft, 2008], e um subconjunto de bibliotecas da *.NET Framework* que permite o suporte de funcionalidades como o *Windows Communication Foundation* (WCF) e *Windows Forms*, para além de classes desenhadas exclusivamente para esta plataforma. O uso eficiente de recursos de memória, especialmente da memória volátil é um ponto forte da plataforma, não requerendo que os dispositivos possuam unidades de *hardware* para gestão de memória, ou memória virtual do sistema operativo.

## 2.4. Limitações dos dispositivos móveis

O formato compacto destes equipamentos que permite a sua ubiquidade, bem como a grande variedade de equipamentos existentes traduz-se numa série de limitações ao nível do *hardware*, quando se desenvolvem aplicações móveis. Entre os problemas que surgem quando se desenvolvem aplicações para uma vasta gama de dispositivos, surgem com destaque as várias limitações impostas por cada plataforma. De uma forma geral, as limitações de *hardware* que se podem encontrar são: velocidade de processamento e memória; conectividade de rede; capacidade de armazenamento; segurança; tamanho, resolução e profundidade de cor do ecrã, e os dispositivos de entrada [Leggett *et al*, 2006]. Todavia, muitas destas limitações desaparecem ou são atenuadas consoante a gama do dispositivo em causa, com excepção das últimas duas referidas.

O ecrã em si é um componente que pelas suas características merece atenção especial, uma vez que é por si um critério chave no desenho de aplicações [Pulli *et al*, 2008]. A experiência multimédia pode ser demasiado rudimentar em certos dispositivos, para ser suficientemente atraente para os utilizadores. Excluindo os dispositivos móveis de gama baixa, actualmente quase todos os dispositivos móveis possuem ecrãs policromáticos. As resoluções de gama média andam à volta de 200 pixéis por lado, com 16 a 18 bits de profundidade de cor, conseguindo 65K a 262K de cores únicas. Os dispositivos de gama alta, possuem ecrãs a partir de QVGA (320 x 240 pixels), de alto contraste, boas taxas de refrescamento e 24 bits de profundidade de cor. A principal limitação dos ecrãs móveis é claramente o seu tamanho reduzido [Pulli *et al*, 2008]. Um ecrã de 50mm nunca poderá disponibilizar uma experiência verdadeiramente imersiva, mesmo pensando que a visualização a curta distância compense o tamanho de alguma forma.

Os *keypads* dos telefones móveis evoluíram ao longo dos anos, e a maioria inclui teclas que podem ser consideradas **standard**: dígitos de 0 a 9 e três letras por cada tecla; teclas de asterisco e cardinal (funções genéricas do telefone); quatro teclas direccionais (para navegação na interface); teclas de atendimento e cancelamento de chamadas. As teclas consideradas **não standard** podem incluir controlos de volume, controlos de acessos a menus, operação de câmara fotográfica. Já os PDA's

podem incluir *keypads* QWERTY completos, os quais são demasiado grandes para incluir num telefone móvel. Porém, podem ser adaptados como periférico de entrada.

## 2.5. Conectividade e Acesso à Rede

O acesso à rede define as limitações das capacidades de disponibilização de conectividade do dispositivo móvel – interagir com o dispositivo independentemente da localização geográfica onde se encontra o utilizador. As interfaces de acesso por “ar”, são definidas por diferentes standards, tendo cada um, diferentes características. Segundo [Anderson *et al*, 2006], os indicadores chave do ponto de vista do utilizador, relativamente a estes standards são:

- O **alcance global**, em termos de número total de dispositivos existentes e cobertura geográfica. Este indicador determina a ubiquidade e a economia de escala. Um amplo alcance global conduz ao baixo preço dos dispositivos, que é um pré-requisito para a penetração em massa no mercado.
- A **velocidade sob situações reais**, i.e., a velocidade que o utilizador espera realmente obter, não a velocidade que um standard indica que se pode obter.
- A **latência**, que consiste na capacidade de resposta, i.e., o tempo um pedido leva a ser atendido pelo sistema. Este indicador é importante para os produtores de aplicações como os jogos *on-line*, TV interactiva, etc., o qual deve ser considerado com bastante cuidado.
- e a **qualidade** da ligação, a qual pode ser medida de várias formas.

A história das comunicações móveis caracteriza-se pelas suas sucessivas gerações. Cada geração é caracterizada pela conectividade e acesso à rede utilizada e pelas capacidades dos dispositivos, o que levou a que determinados serviços e protocolos móveis sejam conotados com determinadas gerações (e.g. WAP). A Tabela 1 apresenta um resumo das tecnologias de acesso, agrupadas por famílias, nas gerações a que pertencem, tendo sido omitida a primeira geração. Desde a primeira geração (analógica) até à última implementada, o paradigma alterou-se. As novas gerações não pretendem melhorar as comunicações de voz, mas sim, oferecer ao utilizador o acesso a uma nova realidade de comunicação, de modo a se alcançar a ubiquidade e oferecer novos serviços [Pereira, 2004].

Considerando a família 3GPP<sup>7</sup> (*3rd Generation Partnership Project*), apenas a norma GSM (*Global System for Mobile communications*) e CSD (*Circuit Switched Data*) são baseadas em comutação de circuitos. A norma GPRS (*General Packet Radio Service*), baseada em comutação de pacotes, possui

---

<sup>7</sup> <http://www.3gpp.org/>

suporte para o Protocolo de Internet (IP), o que veio permitir a entrega de conteúdos e serviços baseados na Internet, com uma taxa de transferência máxima de 114 Kbit/s.

Tabela 1 – Quadro resumo das tecnologias de acesso à rede para telefones móveis

Família	3GPP	3GPP2	AMPS	Outros
Geração				
1G				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ NMT</li> <li>▪ Hicap</li> <li>▪ CDPD</li> <li>▪ Mobitex</li> <li>▪ DataTAC</li> </ul>
2G	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GSM</li> <li>▪ CSD</li> <li>▪ HSCSD</li> <li>▪ GPRS</li> <li>▪ EDGE (EGPRS)</li> <li>▪ EDGE Evolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cdmaOne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ D-AMPS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ iDEN</li> <li>▪ PDC</li> <li>▪ CSD</li> <li>▪ PHS</li> <li>▪ WiDEN</li> </ul>
3G	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ UMTS (W-CDMA)</li> <li>▪ FOMA</li> <li>▪ HSPA                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HSDPA</li> <li>▪ HSUPA</li> </ul> </li> <li>▪ HSPA+</li> <li>▪ UMTS-TDD                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TD-CDMA</li> <li>▪ TD-SCDMA</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ CDMA2000                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ EV-DO</li> </ul> </li> </ul>		
Pré-4G	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3GPP Release 8</li> <li>▪ LTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ UMB</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ iBurst</li> <li>▪ HIPERMAN</li> <li>▪ Wi-MAX</li> <li>▪ WiBro</li> <li>▪ GAN (UMA)</li> </ul>

Na terceira geração (3G) o aumento destas taxas subiu exponencialmente, oferecendo hoje em dia taxas de transferência de 42 MBit/s com a norma HSPA+ (*Evolved High-Speed Packet Access*). A terceira geração mudou o paradigma de *voice-centric* para *data-centric*, e tornou possível combinar voz, aplicações multimédia e mobilidade de uma forma nunca antes possível [Pereira *et al*, 2004].

Para além das tecnologias de acesso à rede há que considerar também a conectividade local sem fios, que pode ser suportada por Wi-Fi/ WLAN/ IEEE 802.11x, Bluetooth<sup>8</sup> ou IrDA<sup>9</sup> (infravermelhos). Estas tecnologias, nomeadamente Wi-Fi e Bluetooth, permitem a criação de redes pessoais e redes *Peer-to-Peer* (P2P), que possibilitam a entrega aos utilizadores de serviços como jogos on-line, partilha de dados e multimédia P2P [Kang, 2005].

---

<sup>8</sup> <https://www.bluetooth.org>

<sup>9</sup> <http://www.irda.org/>



### 3. Interacção em Dispositivos Móveis

As alterações e evolução tecnológicas, amplificam significativamente a demanda pela qualidade e usabilidade da interface do utilizador e oferece o potencial de melhorar as tarefas, estrutura e funcionalidade dos dispositivos móveis. As tecnologias emergentes oferecem novas e interessantes possibilidades de interacção que podem envolver áudio, toque e gestos. A evolução dos telefones móveis levou também a que estes desempenhem funções e disponibilizem serviços que vão além dos objectivos iniciais destes dispositivos: comunicação por voz, num ambiente sem fios. Consequentemente, existem hoje visões competitivas sobre o que os telefones móveis deverão ser: a) dispositivos de comunicação; b) dispositivos de informação; c) artefactos de moda; d) utilitários.

O *design* da interacção consiste em encontrar as melhores formas de aplicar e disponibilizar as novas capacidades tecnológicas, de modo a preencher as necessidades reais dos utilizadores. A ausência de um *design* de interacção efectivo traduz-se em impactos negativos ao nível emocional, económico e ético [Jones *et al*, 2006].

Aparentemente, poder-se-á sentir que estes dispositivos possuem interfaces empobrecidas. Porém o grande problema reside no *design* empobrecido que é desenvolvido. É muito fácil levar um utilizador à frustração com as aparentes limitações de interacção que os dispositivos móveis possuem. Segundo [Jones *et al*, 2006], o reduzido tamanho dos dispositivos poderá constituir uma aparente limitação para a disponibilização de uma interacção efectiva no contexto móvel, uma vez que a tecnologia existente o permite. Um factor essencial no desenho de uma interacção móvel efectiva é a compreensão dos utilizadores – as suas necessidades, capacidades, limitações e comportamento.

#### 3.1. Usabilidade em Dispositivos Móveis

Para serem bem sucedidas, as aplicações móveis deverão ser úteis, usáveis e disponibilizar uma experiência de utilizador coerente e compreensiva. A não disponibilização de funcionalidades de valor acrescentado, traduz-se na sua rejeição pelos utilizadores, independentemente da qualidade que a interface de utilizador a aplicação possui. A usabilidade de uma aplicação móvel é afectada por dois factores: a) a sua facilidade de utilização – o modo de como disponibiliza as suas funcionalidades e retroacção fornecida aos utilizadores; b) e a capacidade de esta se ajustar aos recursos de que o utilizador dispõe. A percepção do utilizador relativamente à usabilidade móvel é afectada por outros factores que vão para além da qualidade do dispositivo que este possui. O suporte a cliente disponibilizado, a interacção com os serviços de rede e até os planos de preço são por si considerados.

O termo usabilidade assume várias interpretações. A International Organisation for Standardisation (ISO), define a usabilidade como:

*“medida pela qual um produto possa ser utilizado por utilizadores específicos para alcançar objectivos específicos, com efectividade, eficiência e satisfação, num determinado contexto de utilização”*

Segundo [Nielsen, 1993], a usabilidade significa a medida de qualidade da experiência do utilizador quando interage com uma interface. A usabilidade é profundamente afectada por cada fase de análise, *design* e desenvolvimento.

Um sistema usável caracteriza-se pela sua facilidade de aprendizagem, utilização eficiente, facilidade de memorização, por ser não propenso ao erro e de utilização satisfatória [Nielsen, 1993] [Seong, 2006]. O verdadeiro objectivo da usabilidade é ir ao encontro da satisfação do utilizador. As vantagens da usabilidade englobam o aumento de produtividade, qualidade de trabalho, satisfação do utilizador e a redução de custos.

Os ambientes de computação móveis possuem um conjunto de princípios teóricos, propriedades e restrições intrínsecas [Seong, 2006]:

1) Base teórica de usabilidade:

- Factor de aprendizagem, eficiência, memorização, erro e satisfação;

2) De modo a alcançar eficientemente a usabilidade, devem ser considerados os seguintes factores:

- Capacidades de limitações cognitivas, perpetuais e motoras das pessoas em geral;
- Características únicas do ambiente físico e social dos utilizadores;
- Capacidade e limitações do *software* e *hardware* seleccionado, bem como da plataforma para o sistema/produto;

3) Propriedades únicas:

- Dinamismo: A interacção entre o sistema/produto e os utilizadores é altamente fluída;
- Consciência contextual, adaptação e sensibilidade: As aplicações estão altamente relacionadas com a utilização contextual, capacidade de adaptação e sensibilidade ao ambiente.

Os princípios orientadores de usabilidade dividem-se em três categorias: análise do utilizador, interacção e *design* de interface.

### 3.1.1. Análise do utilizador

O utilizador é obviamente o atributo mais importante e que deve ser avaliado primeiramente. A importância da análise do utilizador permite a sua definição e compreensão, estabelecendo-o como factor crítico no *design* e processo de desenvolvimento de aplicações móveis. As capacidades e estilos cognitivos, motivação e destreza na utilização de tecnologia móvel influenciam o sucesso ou insucesso das aplicações móveis usáveis. Outras características do utilizador como a idade, a nacionalidade e as incapacidades físicas, devem também ser tomadas em consideração.

### 3.1.2. Interacção

#### Interacção homem-dispositivo móvel

A interacção homem-dispositivo móvel compreende:

1. Hardware e arquitectura de software móvel – A integração de tecnologia móvel deve considerar as características e especificidades das tecnologias móveis, tais como o peso, tamanho do ecrã, resolução, largura de banda, memória, capacidade de processamento, e flexibilidade móvel.
2. Utilização contextual, adaptação de conteúdos e sensibilidade ao ambiente: A localização e consciência do contexto, permite aos utilizadores interagirem inteligentemente com informação baseada no seu ambiente. A interacção toma lugar quando a aplicação extrai, interpreta e utiliza a informação do contexto e adapta as suas funcionalidades ao contexto actual e local de utilização. Deve ser tomada uma consideração especial relativamente à representação dos conteúdos sensíveis ao contexto. Estes devem por sua vez também ser adaptáveis e independentes dos vários modos de interacção.
3. Personalização dos conteúdos – A personalização traduz-se em criatividade e flexibilidade. A personalização permite atender às preferências dos utilizadores, alterando os valores dos parâmetros, definidos por omissão, de um determinado serviço.

#### Correspondência entre o mundo real e a aplicação móvel

A linguagem entre as aplicações móveis e os utilizadores deve expressar-se em termos, palavras, frases e conceitos familiares aos utilizadores, de modo a visualizar a representação abstracta e a compreensão física. O diálogo orientado ao utilizador permite uma boa correspondência entre a informação apresentada pela aplicação móvel e o modelo conceptual de informação do utilizador. O modo de ajuda aos utilizadores no reconhecimento, diagnóstico e restabelecimento relativo a erros de mau funcionamento, deve ser expresso numa linguagem simples evitando a apresentação de erros de programação obscuros. As mensagens de erro devem ser precisas na indicação dos erros, e

construtivamente sugerir uma solução para o problema. Consequentemente, ajudam os utilizadores a compreender melhor a aplicação [Nielsen, 1993].

### **Visibilidade do Estado**

As aplicações móveis devem facultar continuamente informação sobre o seu estado, através de mensagens de retroacção, num espaço temporal razoável. Esta informação permite diminuir as preocupações e frustração dos utilizadores [Andersson *et al*, 2006] [Nielsen, 1993].

### **Minimização da carga cognitiva humana**

Alguns autores especulam a existência de um limite na capacidade humana de processar informação, em especial informação que é carregada temporariamente (e.g., de curto prazo) na memória [Seong, 2006]. Uma avaliação global do modelo humano de processamento de informação não deve ser negligenciada. Esta pode englobar a compreensão dos sistemas perceptual, motor e cognitivo, que disponibiliza valores numéricos para parâmetros tais como a capacidade e tempo, para determinação do desempenho humano quando interage com interfaces. Assim sendo, as interfaces baseadas no reconhecimento são mais fáceis, uma vez que são baseadas na frequência de visualização. A teoria de correspondência da visibilidade do objecto [Seong, 2006], para satisfazer as necessidades dos utilizadores, aumenta a interacção homem-dispositivo móvel e promove a simplicidade na interacção.

## **3.1.3. Design de Interfaces móveis**

### **Tamanho do ecrã**

O tamanho do ecrã dos telefones móveis tem vindo a diminuir ao longo dos anos. Isto induz a um problema que consiste na apresentação e organização eficiente da maior quantidade de informação possível nestes ecrãs. Esta limitação evoluiu significativamente e induzindo a outras restrições no *design* de interfaces móveis [Seong, 2006]. Um ecrã pequeno com linhas pequenas diminui a velocidade de leitura uma vez que perturba o padrão normal do movimento dos olhos, afectando directamente a interacção. O número de linhas é uma variável importante que pode também afectar a velocidade de leitura. Estas restrições são bastante aparentes em aplicações Web móveis. A utilização de páginas extensas podem aumentar também a complexidade da interacção, devendo a informação ser organizada num número razoável de pequenos trechos, acessíveis por mecanismos de navegação, evitando profundidades de navegação exageradas. A altura e a largura da interface não deverão também exceder a área física do dispositivo de apresentação, de modo a evitar mecanismos de *scrolling*.

### **Evitar a sobre-utilização**

A adição de informação supérflua e sem relevância deve ser evitada, pois poderá confundir ou abrandar a velocidade de sua utilização por parte dos utilizadores. Apesar de se tomar em conta apenas a

informação relevante, a quantidade de relevância dessa informação deve ter uma atenção especial. A informação mais importante deve ser colocada no canto superior direito de modo a facilitar a legibilidade. Os espaços vazios e espaços em branco devem ser utilizados com cuidado de modo a evitar ilusões e confusões.

### **Navegação**

A selecção de estruturas de navegação apropriadas determina o sucesso ou insucesso da informação usável e apresentável em ecrãs pequenos [Seong, 2006]. A consistência na navegação de um ecrã para outro estimula o interesse e melhora a experiência do utilizador. Deve preferir-se estruturas de navegação com hierarquias simples, pois o utilizador encontra-se já familiarizado com o esquema de navegação, e tentar diminuir a quantidade de entradas de teclado do utilizador, preterindo as entradas de texto à selecção em listas.

### **Consistência**

A consistência é um dos mais fundamentais princípios de usabilidade no desenho de interfaces. As limitações dos ecrãs dos telefones móveis, tem vindo a evidenciar a importância da consistência no contexto das aplicações móveis. A consistência abrange o design da interface, tarefas e a estrutura de funcionalidades de um sistema. Desta forma, a informação similar deve estar posicionada na mesma localização, de modo a assegurar a consistência e o fácil reconhecimento. Esta consistência deve ser mantida para todas as funções nas aplicações.

## **3.2. Factores chave para a interacção de aplicações móveis**

Indiferentemente do tipo de aplicação a desenvolver, seja ela *voicemail* ou um jogo móvel, existe um conjunto de princípios de *design* comuns que devem ser aplicados de modo a garantir a melhor experiência com o utilizador possível e absorção/adopção de um serviço [Andersson *et al*, 2006]:

- Os serviços devem ser intuitivos e fáceis de obter;
- Permitir gratificação instantânea (rápido acesso a serviços e informação) e implementar funções de “Pausa” para relembrar acções anteriores e permitir que o utilizador continue saiu;
- Personalizar aplicações para melhorar a experiência com o utilizador e minimizar a entrada de dados;
- A aplicação não deve interferir com as funções padrão do telefone, tais como receber chamadas e mensagens.

### **Acesso fácil**

Os serviços devem ser intuitivos, fáceis de usar, rapidamente acedidos com um menor número de passos e devem antecipar as necessidades do utilizador, que não se dispõe a perder muito tempo a procurar para obter a informação necessária de um serviço. Um simples modelo [Andersson *et al*, 2006] pode ser aplicado para classificação dos serviços em termos de velocidade e facilidade de utilização: 0, 1, 2, e 3:

- (0) Manuais – um utilizador deverá ser capaz de utilizar instantaneamente utilizar um serviço sem necessidade de aprendizagem prévia e sem nenhuma configuração especial do dispositivo.
- (1) Acesso a botões – O utilizador deverá ter acesso fácil ao serviço, e.g.: o acesso ao portal do operador é geralmente disponibilizado através de um simples passo (um *click* ou através de uma tecla especial para o efeito).
- (2) Acesso em segundos – Embora em muitos casos isto possa ser bastante optimista, é importante compreender que os serviços ou aplicações não devem demorar muito tempo a carregar. Esperar 20 segundos para que uma página WAP carregue, independentemente quão colorida ou fantasiada ela seja, não poderá ser aceitável.
- (3) Passos para um serviço – é imperativo minimizar o número de passos requeridos para executar um serviço. As aplicações devem ser optimizadas para antecipar as acções do utilizador mais comuns.

### **Gratificação instantânea**

Olhando para os serviços móveis mais acessíveis, podem-se encontrar muitos exemplos de desenho de características inteligentes, que acomodam a natureza de um utilizador móvel, que acederá a um serviço durante dez minutos durante um período de espera de ócio. Os Jogos móveis são frequentemente desenhados em torno do conceito de “gratificação instantânea”. As “sessões” de utilização são de curta duração e não deverão requerer que o utilizador jogue uma hora para alcançar um objectivo. Grande parte deste tipo de aplicações permite salvar o progresso do jogo e continuar o jogo posteriormente. Isto gera o sentido de “lealdade” ao jogo e assegura que o utilizador jogará mais vezes.

### **Personalização**

Há que ter em consideração as relativas limitadas capacidades de entrada/saída (E/S) de um dispositivo móvel. Enquanto as capacidades de reconhecimento de voz não estiverem embebidas nos dispositivos e até que outros dispositivos de E/S mais avançados estiverem disponíveis (tais como ecrãs de projecção holográficos<sup>10</sup>), existe a necessidade de considerar o facto de que a introdução de dados via teclado

---

<sup>10</sup> [Anderson *et al*, 2006]

pode ser algo cansativo, e a navegação em páginas de informação longas até que se aceda à informação relevante para o utilizador contribui para uma má experiência do utilizador [Anderson *et al*, 2006]. Por essa razão é imperativo que as aplicações permitam a personalização. Um simples exemplo consiste em relembrar as entradas de dados prévias do utilizador que assegura o mínimo de entrada de dados necessário, e priorizar a apresentação da informação que é relevante para o utilizador. Embora possam existir limites na capacidade de processamento e armazenamento em aplicações baseadas no dispositivo, componentes de servidor podem facilmente manusear estas funcionalidades em aplicações móveis de rede. Antecipar as necessidades de um utilizador e permitir a personalização de um serviço, são factores-chave diferenciadores no que concerne à atractividade de um serviço.

### **Não interferir com funções padrão**

Quando se projectam serviços para ambientes de telefones móveis, não se pode ignorar a natureza dos dispositivos – efectuar e receber chamadas telefónicas e envio/recepção de mensagens. É absolutamente crítico que uma aplicação não interfira com este prelúdio. Por esta razão é requisito primordial das iniciativas da indústria “*Java Verified*”<sup>11</sup> e “*Symbian Signed*”<sup>12</sup> que as aplicações possam ser interrompidas pelas chamadas de voz e mensagens SMS, e permitir que as aplicações retomem o estado anterior após a interrupção.

### **3.2.1. Princípios de Design**

Para além da antecipação da natureza dos utilizadores móveis existem também outros princípios comuns que são importantes no projecto de qualquer serviço ou aplicação móvel. Os aspectos da utilização de dispositivos móveis estão fortemente associados à gratificação instantânea e a respostas rápidas. Tudo isto contribui para um ambiente de expectativa, e dada a relativa alta fiabilidade das chamadas de voz e SMS, existem similarmente elevadas expectativas na performance e acessibilidade de qualquer outro serviço móvel. Andersson [Andersson *et al*, 2006] define os seguintes princípios de *design*:

- **Tornar fácil a execução de uma aplicação** – Descobrir como iniciar uma aplicação é o primeiro passo para utilizar uma aplicação ou serviço, e é frequentemente difícil de otimizar. Associar ícones gráficos às aplicações ajuda ao seu reconhecimento pelos utilizadores. A associação de funções a determinadas teclas é também possível por grande parte dos telefones móveis, e é prática corrente pelos operadores que as utilizam para o acesso directo aos serviços que oferecem. Esta funcionalidade pode ser utilizada para a criação de atalhos para as aplicações mais frequentes. Para optimização de acesso a aplicações Web e WAP o acesso

---

<sup>11</sup> <http://www.javaverified.com>

<sup>12</sup> <https://www.symbiansigned.com>

directo pode ser feito através de atalhos criados pelo utilizador, para as suas aplicações favoritas.

- ***Não utilização ecrãs de login, excepto se absolutamente necessários*** – Este requisito de segurança pode ser frustrante e consumir algum tempo, o que deteriora totalmente a simplicidade de acesso a um serviço ou aplicação.
- ***Utilizar layouts simples, ícones limpos, itens de menu e mensagens para o utilizador expressivas*** – Dentro aplicação, aplicam-se os mesmos princípios de simplicidade e velocidade de utilização. As funcionalidades da aplicação devem ser fáceis de encontrar, claramente etiquetadas e devem possuir um aspecto consistente.
- ***O utilizador deve ter o controlo da aplicação*** – Durante os intervalos de processamento o utilizador deve ser mantido informado acerca do que está a acontecer, mesmo que as mensagens não sejam muito expressivas. Devido à paciência dos utilizadores, é importante que estes estejam cientes do estado de uma aplicação ou serviço quando se tenta fazer uma ligação de rede, troca de dados, etc. A apresentação de mais informação do que uma simples ampolheta, permite tranquilizar o utilizador através da utilização de mensagens, barras de progresso e indicadores de percentagem.
- ***Capitalizar todo o ecrã do dispositivo e todos os mecanismos de E/S*** – Dadas as limitações de E/S dos dispositivos móveis, é necessária uma optimização das metodologias de entrada e saída de dados. No que diz respeito à saída de dados devem-se capitalizar as capacidades existentes para a apresentação de informação e explorar todos os canais de saída (o áudio e vibração são também canais para transmissão de informações). No que se refere ao ecrã, o uso do ecrã completo e a da totalidade de profundidade de cor disponível, é um grande benefício para o ambiente da aplicação. Isto não se refere apenas na maximização das aplicações para o modo de “*full-screen*” que a plataforma J2ME e outros sistemas operativos móveis abertos permitem, mas também na utilização de todo o espaço do ecrã para apresentação de imagens e conteúdos. Em aplicações baseadas Java ou Symbian é importante que alguma informação standard do dispositivo continue a ser apresentada ao utilizador. Por exemplo, embora o estado de bateria ou estado da rede de operador não seja relevante, a presença ou uso de uma ligação sem fio existente deve ser apresentada, uma vez que o consumo de dados pode implicar custos.

### **3.3. Considerações adicionais para a interacção em aplicações Wireless**

Desenvolver aplicações para ambientes *wireless*, introduz um número de novas considerações relativas à capacidade de débito e relativa volatilidade das conexões de dados em ambientes *wireless*.

### **Débito**

A primeira consideração óbvia é a limitação da capacidade de débito, embora esta seja significativamente melhor em redes 3G, torna muitas das aplicações de Internet inutilizáveis. Este impacto é observável no serviço MMS, onde o envio de uma fotografia através de uma ligação GPRS pode levar alguns minutos. Os serviços baseados em IMS aumentam ainda os requisitos para as velocidades de *upload*, dado que estes sistemas expõem grandes possibilidades para sessões multimédia interactivas *Person-to-Person* (P2P) e *Application-to-person* (A2P).

### **Latência**

A Latência é o tempo que uma unidade de informação leva a percorrer um dado meio de comunicação. Em redes *Wireless*, os mecanismos de correcção de erros utilizados para assegurar que nenhum pacote de dados se perca, efectuem retransmissões automáticas dos pacotes para correcção dos erros. Estas retransmissões levam a que existam atrasos na transmissão de pacotes, levando a que existam latências elevadas.

### **As condições das redes móveis são inconstantes**

A natureza utilizadores móveis leva a que a sua experiência de utilização varie consoante a sua proximidade das estações de comunicações móveis, que influencia directamente a sua cobertura de rede. Os primeiros utilizadores de redes 3G passaram por essa experiência devido à fraca cobertura da rede 3G, na fase de implantação. Esta falta de disponibilidade de rede acentua-se mais dentro de edifícios, devido às características das ondas das frequências de rádio altas (como o WCDMA), que têm dificuldade em penetrar os edifícios. A carga de uma rede *wireless* pode ser também altamente volátil. Na maior parte das redes, os operadores dão prioridade ao tráfego de voz relativamente ao tráfego de dados, devido a questões de obtenção de receitas e às expectativas de qualidade dos utilizadores de voz. Isto afecta também a capacidade e desempenho das ligações *wireless*, a qual deve ser tomada em conta quando se desenvolve uma aplicação móvel.

### **Qualidade de serviço**

As redes de dados *wireless* foram desenhadas para suportar perfis de qualidade de serviço (QoS) de modo a garantir parâmetros de débito e latência, sendo possível a solicitação de QoS quando se estabelece uma ligação *wireless*. Estes pedidos podem ser efectuados por uma aplicação móvel ou por parte da rede quando a sessão inicia e o servidor instrui a rede para manter a QoS (e.g.: débito alto, baixa latência, e baixa correcção de erros para serviços de *streaming* de multimédia). Todavia este recurso pode não estar disponível para os programadores de aplicações, e são poucos os dispositivos que disponibilizam APIs que permitam especificar requisitos de QoS.

**Previsão das condições *wireless***

Quando se projectam aplicações móveis que necessitem de uma ligação *wireless*, as funções *wireless* devem ser colocadas numa camada separada na arquitectura da aplicação, quer seja do lado do dispositivo ou no lado do servidor. Isto significa que o utilizador deve poder utilizar a aplicação independentemente da disponibilidade e qualidade de rede que possua. Obviamente que, quando uma ligação for necessária para aceder a um recurso (e.g., conteúdos), essa função da aplicação, depende na sua capacidade de conexão. Porém ao utilizador, nunca se lhe deverá negar o acesso a funções independentes da aplicação, pelo simples facto da ligação de rede não estar disponível.

## 4. Aplicações Multimédia em Dispositivos Móveis

### 4.1. Introdução

Passaram-se já quase duas décadas desde o aparecimento dos telefones “móveis”, no verdadeiro sentido da palavra. Durante este período a evolução das redes e dos dispositivos fomentada pela larga adesão e apetência pelo consumo de novos serviços pelos utilizadores, levou a que estes dispositivos começassem a disponibilizar outros serviços para além do primogénito serviço de telefonia. Rapidamente apareceu o serviço de *Short Message Service* (SMS), seguido de *Multimédia Messaging Service*, etc. Na área das aplicações surgiram jogos electrónicos básicos, calendários, agendas, etc. Esta evolução fomentou o desenvolvimento e o aparecimento de um turbilhão de dispositivos, redes, protocolos, *frameworks*, tecnologias, serviços, aplicações e modelos de negócio móveis.

Os telefones móveis, independentemente do desenvolvimento dos serviços de rede, são na sua essência condutores da evolução do mercado. Porém, a rápida evolução de componentes do *hardware* de suporte destes dispositivos, como as câmaras fotográficas com resoluções na ordem dos mega-píxeis, está a ultrapassar o ritmo de evolução das capacidades das WAN. Isto induz a uma lacuna entre as capacidades dos dispositivos e as capacidades das redes: os utilizadores possuem dispositivos que permitem a captura de imagens e vídeos de média/alta resolução, mas as redes não permitem que estes circulem pela rede de uma forma rápida, fluída e económica.

### 4.2. Tipos de Aplicações Móveis

Originalmente muitos construtores de *software* consideravam que o desenvolvimento de aplicações móveis como um subconjunto simplificado da engenharia de *software*. Actualmente, na maior parte dos casos provou-se o contrário, uma vez que os construtores de aplicações móveis cada vez mais se confrontam com arquitecturas cada vez mais complexas, e especialmente do lado do dispositivo, ambientes menos poderosos, diversificados e mais restritos, quando comparados com os ambientes tradicionais para computador [Andersson, 2006]. Para além disso, a complexidade de projecto de aplicações que funcionam em ambientes sem fios, acrescenta novos desafios.

Os serviços para dispositivos podem classificar-se segundo um esquema ao nível da interacção: Interacção Aplicação-a-Pessoa (A2P) e interacção Pessoa-a-Pessoa (P2P). Na primeira classificação englobam-se todos os serviços onde a interacção é unicamente efectuada entre a aplicação e o utilizador; na segunda, englobam-se todos os serviços onde a interacção é efectuada entre dois ou mais

utilizadores, e.g. envio de mensagens SMS, chamadas telefónicas, e outros mais complexos que possam usar como suporte o *IP-Multimedia Subsystem* (IMS).

As aplicações podem classificar-se nas seguintes áreas: Aplicações de servidor; Aplicações de Streaming de media; Aplicações baseadas em navegadores; Aplicações de dispositivo; Aplicações de rede;

### **Aplicações de servidor**

Este tipo de aplicações engloba grande parte dos serviços móveis tradicionais existentes que não requerem funcionalidades especializadas nos dispositivos, baseando-se simplesmente em características standard dos dispositivos. Serviços Interactivos de Reconhecimento de Voz (IVRs), votação por SMS, controlo de chamadas e *voicemail*, são exemplos de serviços deste tipo. Embora a natureza destes serviços os possa não aparentar deslumbrantes em termos de inovação tecnológica, a capacidade de abrangência de subscritores e os baixos requisitos de conhecimentos necessários à sua utilização, garante um retorno constante e consistente dos serviços. Excluindo os serviços baseados em voz, os pré-requisitos de desenvolvimento para este tipo de aplicações são o conhecimento dos pontos de integração específicos no domínio do operador, de modo a que se possa obter acesso a funcionalidades de rede como serviços de SMS/MMS e interfaces de controlo de chamadas.

### **Aplicações de Streaming de media**

Desde 2003, que os telefones móveis de gama alta estão disponíveis no mercado com *software* de reprodução de media através de técnicas de *streaming*. Actualmente grande parte dos dispositivos de gama media ou até mesmo de gama baixa suportam serviços de *streaming* de vídeo. Nesta classe de aplicações englobam-se as aplicações baseadas em serviços de distribuição e consumo de vídeos, tipicamente pagos.

### **Aplicações baseadas em navegadores**

As aplicações deste tipo tiveram origem nas aplicações construídas sobre o protocolo WAP-*Wireless Application Protocol*, um standard para aplicações que utilizam comunicações sem fio. O desenvolvimento de aplicações WAP é baseado na linguagem WML – *Wireless Markup Language*, orientada pelos padrões XML. O WAP pretendia ser a versão Web para as tecnologias móveis. Porém isto traduziu-se num distanciamento da Web suportada pelo HTTP/HMTL, que deixou os utilizadores com conteúdos nativos WAP e *Web-to-WAP*. Na especificação WAP 2.0, a Open Mobile Alliance (OMA) definiu a linguagem XHTML-MP (Mobile Profile), um dialecto derivado do XHTML 1.0. Actualmente, os navegadores modernos suportam conteúdos XHTML [W3C-XHTML, 2002] [Mehta, 2008] e WCSS [Mehta, 2008], que integram texto formatado, imagens, áudio embebido e folhas de estilo, que em conjunto com as melhorias constantes dos ecrãs móveis permitem uma interacção mais

flexível e colorida. Em adição, a recente aparição do perfil móvel de AJAX (Mobile AJAX), incrementa mais a interactividade e flexibilidade das aplicações [Mehta, 2008].

É de notar que, embora alguns serviços se adequem bem ao ambiente do navegador, outros que supostamente se poderiam adequar, não o fazem. Serviços de Internet como notícias e informação sobre o tempo são facilmente ajustáveis aos navegadores móveis. Serviços mais complexos poderão não ser bem entregues, devido às limitações naturais da interacção do tipo “*browse & click*”, em conjunto com as velocidades de acesso, latência e atrasos na apresentação dos conteúdos (esta foi uma das principais causas da fraca aceitação dos serviços WAP).

Ao nível da produção de conteúdos há a necessidade de ter em conta as diferentes tecnologias de navegadores - Openwave<sup>13</sup>, Nokia<sup>14</sup>, Teleca<sup>15</sup> e Opera<sup>16</sup>, os quais oferecem variadas interpretações dos standards OMA WAP, pondo em causa a transversalidade das aplicações, ao nível dos navegadores ou dispositivos. A natureza móvel e heterogeneidade dos dispositivos traduzem-se na necessidade de se ter em conta suportes para uma enorme variedade de tamanhos de ecrãs, resoluções e profundidades de cor, factores que limitam o *design* e as opções de criatividade [Tajima *et al*, 2008].

Com a evolução das redes de acesso e dos dispositivos, este tipo de aplicações volta a aparecer no mercado, apesar dos contratemplos iniciais. Dispositivos de gama alta integram já navegadores bastante avançados. O iPhone integra já uma versão quase completa do navegador Safari [Apple, 2007], que juntamente com o ecrã de dimensões significativas, torna possível uma experiência quase completa de navegação na Web.

Apesar dos avanços, a maturidade desta área está ainda longe da Web baseada em computadores pessoais. Um exemplo pode surgir ao nível do desenvolvimento de aplicações, onde os Designers de aplicações para navegadores móveis, necessitam de conhecer a tecnologia móvel de suporte, enquanto os comuns Web Designers para PC podem ser apenas *designers* gráficos que utilizam um conjunto de ferramentas, e que não necessitam de todo de conhecer os sistemas de suporte.

### **Aplicações de dispositivo**

As aplicações de dispositivo referem-se aos serviços que são instaláveis no dispositivo móvel. É importante diferenciar as aplicações unicamente de dispositivo que não requerem ligações à Internet ou de interagir com componentes do lado do servidor. Para albergar este tipo de aplicações os dispositivos devem estar munidos de uma plataforma aplicacional aberta como o Symbian, Windows Mobile, J2ME ou Qualcomm's BREW. Esta capacidade de albergar aplicações personalizadas permite-lhes capitalizar

---

<sup>13</sup> <http://www.openwave.com>

<sup>14</sup> <http://www.nokia.com/browser>

<sup>15</sup> <http://www.teleca.com>

<sup>16</sup> <http://www.opera.com/products/mobile/>

o seu *hardware*, como o ecrã, capacidade de armazenamento de áudio/vídeo e de processamento, abrindo um manancial de possibilidades para o desenvolvimento de novos serviços interactivos. Segundo [Andersson *et al*, 2006], a indústria dos jogos móveis desde cedo ignorou os jogos baseados em WAP e SMS, adoptando a plataforma J2ME. A J2ME tem vindo a evoluir tendo sido obrigada a abandonar o seu modelo de segurança original, onde não era permitido às aplicações J2ME aceder e utilizar funções do dispositivo. Actualmente existe a possibilidade de criar aplicações que capitalizam mais facilmente as funcionalidades dos dispositivos como o *messaging*, funções das câmaras fotográficas, e reprodução de áudio e vídeo.

### **Aplicações de rede**

As populares aplicações cliente-servidor representam uma lógica melhoria das aplicações de dispositivo – a incorporação de funções de comunicação que permitem o fluxo de dados entre a aplicação cliente e o servidor. O factor limitativo tem residido até há bem pouco tempo nas conexões existentes (GSM dial-up e GPRS), relativamente lentas, bem como nas limitações impostas pelos sistemas operativos que não permitiam uma gestão de sessões de dados, flexível. O aparecimento de conexões de redes de dados mais rápidas, e o seu suporte pelos sistemas operativos (e.g. ligações TCP e UDP), muitas aplicações exploram a conectividade IP para criar serviços de rede. Entre as aplicações de rede aparece o popular e indispensável correio electrónico.

## **4.3. Multimédia Móvel**

O termo multimédia refere-se a uma forma de comunicação que engloba vários meios para a transmissão de uma mensagem. Esta noção está de resto implícita na própria palavra, composta por duas partes – o prefixo *multi* que significa múltiplos ou numerosos, e a raiz *media* que significa meios. Na realidade nem todas as combinações de tipos de média podem ser designadas de multimédia. Existe uma restrição importante à combinação dos *média* que define o que se pode classificar como multimédia: os sistemas e aplicações multimédia combinam pelo menos um meio estático com um meio dinâmico [Ribeiro, 2004]. De acordo com estas restrições, [Ribeiro, 2004] e [Chapman, 2000] definem o termo multimédia como:

*“...combinação controlada por computador, de texto, gráficos, imagens, vídeo, áudio, animação e qualquer outro meio pelo qual a informação possa ser representada, armazenada, transmitida e processada sob a forma digital, em que existe pelo menos um tipo de média estático (texto, gráficos ou imagens) e um tipo de média dinâmico (vídeo, áudio, ou animação)”*

Olhando para a história dos telefones móveis, poder-se-á dizer que a tentativa para inclusão de multimédia nestes dispositivos, surgiu com a introdução dos primeiros jogos móveis básicos. Porém

tendo em conta a definição de [Ribeiro, 2004] e [Chapman, 2000], a multimédia apareceu nestas plataformas com a introdução dos serviços de EMS, MMS e com a integração das primeiras de câmaras de vídeo digitais [Bodic, 2003].

### **4.3.1. Tipos de aplicações multimédia móveis**

No universo das aplicações multimédia móveis, as aplicações podem classificar-se em existem cinco grandes grupos: Música móvel; Jogos móveis; Foto e Vídeo Digital; e interactividade pessoa-a-pessoa, móvel.

#### **4.3.1.1. Música móvel**

Embora existam no mercado muitos dispositivos móveis especializados na reprodução de música, à medida que as capacidades de armazenamento, compressão, rede e autonomia de energia, os telefones móveis começaram a disponibilizar aplicações para música de alta qualidade. Actualmente este serviço não se reporta apenas aos dispositivos de gama alta, mas também já a dispositivos de média e até baixa gama. As aplicações de música móvel englobam desde os reprodutores de música, distribuição de música (e.g., Napster, iTunes), até aplicações interactivas com estações de rádio.

#### **4.3.1.2. Jogos móveis**

O negócio dos jogos electrónicos é um negócio muito próspero e os dispositivos móveis são o meio perfeito para a sua penetração num mercado de massas. A qualidade e interactividade dos jogos móveis actuais, não são comparáveis à dos jogos móveis iniciais. A introdução dos ambientes de execução Java e BREW impulsionou mais esta indústria, pois os jogos começaram a poder ser descarregados pela rede ou até guardados em dispositivos de armazenamento, como memórias MMC (e.g., Nokia N-Gage). A plataforma Java trouxe também a possibilidade de transporte de Jogos 3D de qualidade para os dispositivos móveis. A integração do suporte para Java em dispositivos de gama baixa, alargou ainda mais o mercado.

#### **4.3.1.3. Televisão móvel**

Excluindo os serviços de voz, a televisão móvel é um dos serviços de maior sucesso no mercado dos utilizadores 3G [Andersson *et al.*, 2006], o permite a difusão de conteúdos de televisão para dispositivos móveis. O aparecimento das redes HSDPA veio resolver muitos dos problemas relacionados com a fraca qualidade de serviço inerente aos serviços de televisão móveis actuais. Existem vários standards para a difusão de conteúdos de televisão móvel, entre os quais se englobam o MBSM, o BMCS (Broadcast e Multicast) e o DVB-H. Na camada de aplicação, a plataforma Java

apresenta-se como um dos principais meios para a execução de aplicações de televisão para dispositivos móveis.

#### **4.3.1.4. Fotografia e vídeo digital móvel**

A integração de câmaras digitais em dispositivos móveis, permitiu que o utilizador começasse a efectuar registos de imagem e vídeo, através do seu telefone móvel. A fraca qualidade das câmaras iniciais, não desencorajou a sua utilização. As aplicações iniciais relacionadas com a imagem e vídeo resumiam-se à partilha através de composição mensagens MMS. Actualmente, com a evolução da qualidade das câmaras e das redes o panorama modificou-se um pouco, surgindo aplicações para partilha de imagem/vídeo directamente para blogs e redes sociais, publicação e gestão remota de álbuns fotográficos, composição e edição básica de imagem/vídeo pelos dispositivos, aplicações de vídeo-telefonía, etc.

#### **4.3.1.5. Interactividade pessoa-a-pessoa móvel**

Actualmente uma das formas de comunicação mais adoptadas é através de mensagens SMS ou MMS, para as quais se definem um destinatário. A introdução de serviços baseados em IMS como serviços de presença modificou a forma de comunicação. A comunicação poderá ser efectuada de acordo com o estado de presença de um determinado contacto, tornando as formas de comunicação mais flexível. Outros serviços como a transferência de ficheiros, jogos P2P e *instant messaging* são também uma realidade.

### **4.3.2. Tipos e formatos de *media* para dispositivos móveis**

As aplicações multimédia realizam operações sobre várias formas de dados. Estas formas de dados designam-se por tipos de média e incluem: o texto, os gráficos, as imagens, o vídeo, o áudio e a animação. A noção de tipo de media deriva da noção de tipo de dados, muito comum nas linguagens de programação. À semelhança dos tipos de dados convencionais (tais como listas, pilhas ou matrizes) um tipo de media especifica uma representação, isto é: uma estrutura de dados para armazenar a informação e um conjunto de operações que podem ser aplicadas sobre essa estrutura [Ribeiro, 2004]. Dadas as limitações dos dispositivos móveis é necessário um cuidado especial relativamente à produção de conteúdos multimédia. Isto significa que para se obterem conteúdos de qualidade não basta simplesmente **reformatar** os conteúdos já existentes nos principais meios de comunicação.

#### **4.3.2.1. Áudio Móvel**

A cada vez maior capacidade dos dispositivos móveis para reprodução e armazenamento de áudio, mesmo em dispositivos de média e baixa gama, quase equivalentes aos reprodutores de música digital

tradicionais, traduz-se num desafio de como disponibilizar conteúdos de áudio com qualidade suficiente, mantendo os ficheiros com um tamanho razoável para poderem circular em redes móveis.

Para voz, são utilizados os formatos AMR (*Adaptive Multirate Codec*) e AMR-WB (Banda Larga) que fornecem áudio de voz de boa qualidade. Porém ambos os formatos disponibilizam canais mono. A norma AMR-WB+, parte da norma 3GPP release 6 [3GPP-6, 2004], suporta já estéreo e débitos binários até 48 Kbps;

Excluindo os formatos de áudio sintetizados como o MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), existe uma variedade de formatos de áudio utilizados tanto para *streaming* como para transferência de ficheiros. Para música de qualidade, os formatos 3GPP [3GPP-6, 2004] recomendados são o MPEG-4 AAC (*Advanced Audio Coding*), especialmente o AAC+ e *Enhanced AAC+* (EAAC+) que suportam débitos binários de 64 kbps e 128 kbps, assim como o formato Microsoft WMA (Windows Media Audio) e MP3. Estes formatos disponibilizam uma relação qualidade/tamanho de ficheiro óptima, pois conseguem disponibilizar pistas de música completas com um tamanho de 800 Kb.

#### 4.3.2.2. *Imagem*

A reconhecida qualidade das imagens utilizadas nos *desktops* de telefones móveis ou mensagens MMS, é bastante dependente do processo de aquisição – iluminação, qualidade do dispositivo de captura. No contexto móvel, as limitações dos ecrãs no que se refere à profundidade de cor e tamanho, leva a que se tenha um cuidado especial no processo de aquisição da fotografia, pois a variedade existente entre os vários tamanhos e formatos de ecrã existentes, é enorme.

Os serviços relacionados com a fotografia podem consumir ainda mais tempo. É necessária uma adaptação contínua dos conteúdos para distribuição por novos dispositivos que surgem no mercado, e manter simultaneamente suporte para os antigos. Isto implica que os conteúdos originais sejam armazenados num formato sem compressão, de modo a que as cópias possam ser facilmente manipuladas e transformadas em imagens adaptadas a cada dispositivo alvo.

Na especificação WAP 1.1, apenas era suportado um formato de imagem, denominado WBMP [WAF, 1999]. Actualmente os dispositivos móveis suportam grande parte dos formatos de imagem mais comuns no mercado: JPEG, JPEG 2000, *Portable Networks Graphics* (PNG), *Graphics Interchange Format* (GIF), BMP, etc. Considerando os vários formatos de imagem suportados, o formato JPEG é aquele que apresenta melhor qualidade, com pouco grau de compressão. Tal facto é comprovado pela sua adopção pela indústria para suporte às imagens capturadas pelas câmaras dos dispositivos [Andersson *et al*, 2006]. Imagens em formato GIF são de mais rápida apresentação e suportam animação, bastante utilizada na produção de animações básicas. Porém a profundidade máxima de cor de 8 bits, limita o número de cores a 256, o que para algumas imagens pode ser insuficiente.

Ao nível da produção de conteúdos deve evitar-se a criação de imagem com muitos detalhes, pois estas características são de difícil visualização em ecrãs pequenos, e impelem a compressões menos efectivas.

#### 4.3.2.3. Gráficos Vectoriais

Este tipo *média* distingue-se das imagens bitmap, pela sua representação interna sob a forma de equações que descrevem uma série de elementos que a constituem, sejam eles bidimensionais ou tridimensionais [Ribeiro, 2004]. O suporte base para gráficos vectoriais em dispositivos móveis assenta nas bibliotecas gráficas proprietárias disponibilizadas pelo S.O., ou pelas bibliotecas das ferramentas de desenvolvimento de aplicações, o que torna a sua utilização dependente. O W3C explorou a possibilidade de transportar a norma SVG – Scalable Vectorial Graphics para os dispositivos móveis [W3C-SVG, 2003]. O SVG é uma linguagem baseada em XML para a descrição de gráficos vectoriais, texto, gráficos *raster* embebidos, imagens e até animação, o que torna a sua utilização apelativa em gráficos personalizados e interactivos, orientados a dados, tal como ilustra a Figura 3. Dado que os dispositivos móveis têm diferentes capacidades de processamento, memória e qualidade de apresentação (resolução e cor) foram definidos dois perfis: SVG Tiny (SVG-T) e SVG Basic (SVG-B). O primeiro é dirigido para dispositivos de gama baixa com capacidades limitadas, enquanto o último é dirigido a dispositivos de gama alta, com mais capacidades de processamento e apresentação. Dado ao seu ambiente de aplicação, estes dois perfis introduzem restrições nos conteúdos, tipo de atributos, propriedades e no comportamento do agente do utilizador, tentando manter no entanto a maior compatibilidade possível com a especificação SVG, de modo a permitir que conteúdos SVG possam ser transcodificados quer para SVG-T quer para SVG-B.



Figura 3 – SVG em Dispositivos Móveis<sup>17</sup>

Ao nível da autoria de gráficos SVG, os perfis para dispositivos móveis foram projectados para facilitarem a exportação de gráficos vectoriais em formato SVG-B ou SVG-T.

Como um esforço para a melhoria da apresentação de gráficos vectoriais surgiu também o standard aberto multi-plataforma denominado OpenVG [Rice, 2005]. Este standard fornece uma interface de baixo nível (Ver Figura 4) para aceleração da apresentação de gráficos vectoriais, para as bibliotecas de

---

<sup>17</sup> Fonte: <http://www.adobe.com/svg>

gráficos vectoriais como o Flash ou SVG Viewers, jogos, interfaces com o utilizador escaláveis, mapas móveis e leitores de *e-books*. Resumidamente destina-se principalmente para aplicações que requeiram aceleração por *hardware* de gráficos vectoriais de alta qualidade, interactivos, com um custo muito baixo ao nível do consumo de energia.

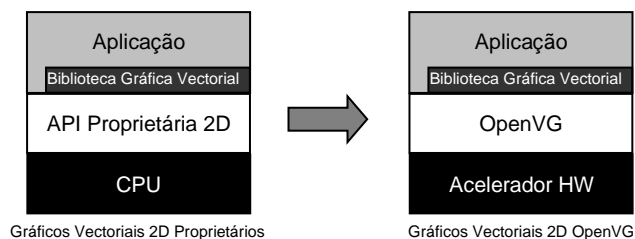


Figura 4 – Enquadramento do OpenVG na pilha aplicacional dos Dispositivos Móveis

### Gráficos 3D Móveis

A revolução dos gráficos 3D móveis teve um impacto inicial muito diminuto. Os primeiros telefones móveis com um motor 3D embestado foram lançados no mercado pela J-Phone, uma empresa Japonesa. O motor permitia apenas a apresentação de simples caracteres animados, e características comuns a gráficos 3D como a projecção de perspectiva, *smooth shading* e *blendig*, eram simplesmente omitidas [Pulli *et al*, 2008]. Porém as tentativas de transportar os gráficos 3D para dispositivos móveis foram ganhando projecção, à medida que as capacidades de processamento foram evoluindo. Uma multitude de diferentes abordagens e ferramentas foram aparecendo no mercado, o que provocou alguma fragmentação, abrandando um pouco o mercado.

O principal foco inicial de aplicação de gráficos 3D em dispositivos móveis era em jogos móveis e *screen savers*. Actualmente são já utilizados no desenvolvimento de interfaces (ver Figura 5) e qualquer outro tipo de aplicação que os necessite.

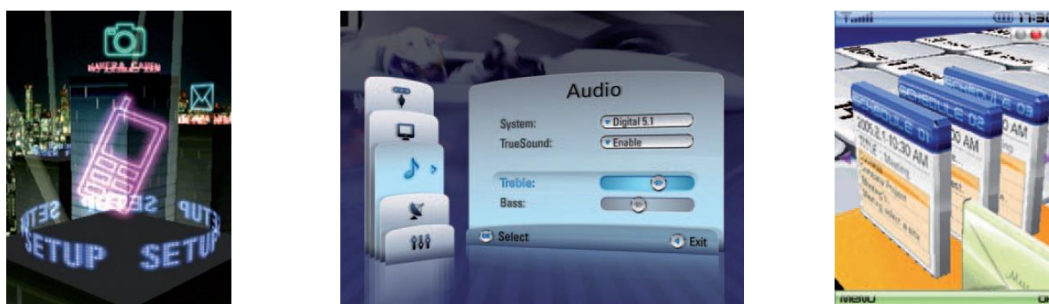


Figura 5 – Utilização de gráficos 3D em Interfaces<sup>18</sup>

A fragmentação de abordagens levou à formação de consórcios e à definição de standards abertos. Dois importantes standards são o OpenGL ES e o M3G [Pulli *et al*, 2008]. O primeiro é uma versão compacta do standard OpenGL. Na sua essência é uma API baixo nível para gráficos 3D para sistemas

<sup>18</sup> Fonte: [Pulli *et al.*, 2008], copyright © Acrodea

embebidos. O motor é extremamente compacto (50KB na versão 1.0) e optimizado para aceleração por *hardware*. Os efeitos gráficos conseguidos são bastante similares aos conseguidos em computadores pessoais. Esta API possui uma outra associada denominada EGL, que permite a integração do OpenGL ES com o sistema gráfico nativo do sistema operativo, permitindo a sua utilização na construção de interfaces 3D. Este standard aberto está disponível para linguagem C/C++, Python e Java. O OpenGL ES foi o standard para gráficos 3D adoptado pelas plataformas Symbian, Android e pelo iPhone [Symbian, 2007] [Android, 2008] [Apple, 2008].

O M3G é um standard aberto baseado em Java para gráficos 3D móveis, que se fundamenta em conceitos de outras API's como o Java 3D e o OpenInventor. Consiste em nós que encapsulam elementos gráficos 3D. Estes nós podem ser conectados para formar uma cena de grafos que representam os objectos gráficos e as suas relações [Pulli *et al*, 2008]. Qualquer objecto pode ser animado e existe suporte para vários tipos de malhas que suportam *Skinning* (e.g., para animação de caracteres) e *morphing* (e.g. para animação de faces). Existe também associado um formato standard de ficheiro binário que permite o mapeamento um-para-um com a API, o que facilita a separação dos conteúdos artísticos da lógica aplicacional programável. Esta API foi projectada para poder ser eficientemente implementada sobre um motor OpenGL ES.

Existem muitos outros standards para gráficos 3D e multimédia bastante relacionados com o OpenGL ES e o M3G, tais como o JSR 135<sup>19</sup> para aplicações Java, ou standards nativos como o OpenSL ES<sup>20</sup>, OpenMAX<sup>21</sup> e o OpenKODE<sup>22</sup>.

O projecto e planeamento de aplicações de gráficos 3D para dispositivos móveis deve ter em conta principalmente as limitações de *hardware* das diferentes plataformas, e o *software* de suporte à sua execução [Pulli *et al*, 2008]. Segundo [Pulli *et al*, 2005] existe um conjunto de características necessárias a ter em conta quando se escolhe uma API para o desenvolvimento aplicações 3D para dispositivos móveis:

- **Performance** – Factor crucial em plataformas com recursos limitados. De modo a tirar partido de toda a capacidade de processamento devem-se utilizar as APIs standard pois estas foram projectadas tendo em conta este factor.
- **Baixa complexidade** – É um requisito necessário dadas as limitações das plataformas de execução. Os motores das APIs OpenGL ES e M3G são implementáveis em *software* com um tamanho de 50kB e 150k respectivamente, para satisfazer este requisito.

---

<sup>19</sup> <http://jcp.org/en/home/index>

<sup>20</sup> <http://www.khronos.org/opensles>

<sup>21</sup> <http://www.khronos.org/openmax>

<sup>22</sup> <http://www.khronos.org/openkode>

- **Conjunto de Características** – Mesmo em API's compactas, o conjunto de características não deve ser comprometido, devendo ser o mais rico possível. As características que sejam difíceis de replicar através do código da aplicação (e.g., mapeamento de texturas ou *blendings*), devem ser suportadas pelas APIs.
- **Aplicações pequenas** – O tamanho das aplicações reflecte-se mais em dispositivos móveis do que em computadores pessoais, por variadas razões: a capacidade de armazenamento de dados pelos meios de distribuição de *software*, onde os utilizadores pagam por cada Kb que recebem. Tal significa também que os conteúdos 3D devem poder ser distribuídos eficientemente e preferencialmente num formato binário compactado. O suporte para formatos de geometria compactados (e.g., uso de *bytes* ou *shorts* para tipos de dados de coordenadas em vez de *floats*), requer menos recursos de memória.
- **Produtividade** – A promoção da produtividade é especialmente importante para os construtores de aplicações. A API M3G foi especialmente projectada para suportar a integração com ferramentas de produção de conteúdos e para suportar o desenvolvimento concorrente de código.
- **Conjunto de características Ortogonais** – o suporte de ortogonalidade torna o comportamento dos motores gráficos mais fácil de prever e as interdependências complexas e efeitos secundários são minimizados. Esta é já um factor chave do projecto de aplicações baseadas em OpenGL.
- **Extensibilidade** – é extremamente importante que qualquer API sobreviva vários anos. A indústria dos gráficos móveis evolui rapidamente e deverá existir uma tendência clara ao nível da evolução, consoante novas características necessitem de ser incorporadas.

#### 4.3.2.4. Vídeo

O tipo de *media* vídeo surgiu nos telefones móveis com a integração das câmaras de vídeo nos dispositivos juntamente com a introdução do serviço de MMS. Muitos dos formatos de vídeo populares podem ser encontrados nestes dispositivos. Nesse grupo englobam-se os formatos 3GP, 3GP2, MPEG-4 (MP4), MOV, AVI e WMV [Leggett *et al*, 2006]. O suporte para cada um destes formatos varia consoante o dispositivo.

Na produção de conteúdos de vídeo móvel deve ser considerada a natureza dos motores de compressão de vídeo. Existem algumas técnicas para a criação de conteúdos de vídeo que podem melhorar significativamente a qualidade dos conteúdos, entre as quais se podem referenciar:

- Manter a câmara fixa enquanto se grava. Se possível tirar vários registos de vários ângulos, evitando movimentos de câmara do tipo: *dolly*, *pan*, *truck*, *roll*, *boom*, *tilt* [Kerlow, 2003];

- Não utilizar transições complexas entre cenas (e.g. *fades*);
- Utilizar panos de fundo simples.

Estas simples regras reduzem as exigências do motor de compressão de vídeo em fase de codificação, o que se traduzirá na obtenção de um produto de elevada qualidade.

Deve ser também considerada a capacidade dos dispositivos móveis e dos motores de compressão de apresentar conteúdos que se movimentam rapidamente (bolas de futebol, carros, etc.), assim como da rápida alteração de conteúdos, tal como acontece nos filmes. Legendas e texto de reduzido tamanho, são ilegíveis em ecrãs de reduzidas dimensões e destroem a eficiência da compressão de vídeo. Se possível, conteúdos *overlay* não devem ser incluídos num canal de vídeo móvel. Deve ser transportado separadamente e apresentado independentemente do vídeo.

Poder-se-á argumentar que o vídeo está na base de uma grande fatia das aplicações e serviços multimédia. Dada esta importância, este tipo de media é alvo de um estudo mais aprofundado na secção que se segue.

#### **4.4. Vídeo Móvel – Standards e Aplicações**

As aplicações de vídeo móveis têm vindo a tornar-se cada vez mais populares, facto que se reflecte na quantidade de aplicações standards de vídeo existentes, que englobam os serviços de mensagens multimédia (MMS), *streaming*, vídeo-telefonía, serviços de *multicast* e *broadcast* de vídeo, bem como standards de codificação. Em reprodução local, os conteúdos encontram-se armazenados nos dispositivos, podendo estes terem sido recebidos previamente através de MMS, descarregados ou gravados. Noutros tipos de aplicações os conteúdos são transmitidos e reproduzidos quase que em simultâneo. De modo a garantir a difusão em massa de conteúdos, foram desenvolvidos e especificados vários standards de serviços para aplicações de vídeo móveis, entre os quais de evidenciam os standards 3GPP e *Digital Video Broadcasting* (DVB). A Open Mobile Alliance (OMA) desenvolveu alguns standards que tentam construir serviços como o MMS e *broadcast* inter-operável entre diferentes famílias de standards, através da especificação de uma camada aplicacional comum para cada serviço [Wang *et al*, 2007]. Os standard de serviços baseiam-se na integração de outros standards como *codecs* de vídeo, formatos de ficheiro para armazenamento e protocolos de transporte, que são especificados por organizações de standards como *Video Coding Expert Group* (VCEG) da ITU-T, o *Motion Picture Expert Group* (MPEG) da ISO/IEC e do *Internet Engineering Task Force* (IETF).

##### **4.4.1. Codificação de vídeo para aplicações móveis**

Alguns *codecs* de vídeo foram seleccionados como obrigatórios ou recomendados para serviços de multimédia móveis e conseqüentemente definem a base para codificação de vídeo para aplicações

móveis. Embora os standards de codificação de vídeo especifiquem a sintaxe e a semântica dos *bitstreams* e os decodificadores processem os *bitstreams* livres de erros, a responsabilidade de adereçar muitas das características das aplicações móveis, tais como a robustez do erro, é da responsabilidade da implementações dos *codecs*.

#### 4.4.1.1. *Standards de codificação de vídeo para aplicações móveis*

Segundo [Wang *et al*, 2007] existem duas gerações de *codecs* para aplicações de vídeo móvel: *codecs* baseados na norma H.263 e baseados na norma H.264/AVC. O Baseline Profile da norma H.263 é o *codec* obrigatório em todos os serviços multimédia 3GPP [Wang *et al*, 2007] (excluindo o Multimedia Broadcast and Multicast Service - MBMS). Porém como o Simple Profile MPEG-4 Visual e o Profile 3 H.263 disponibilizam ferramentas de codificação adicionais, estes são os recomendados para os serviços 3GPP (excluindo o MBMS).

O Advanced Video Coding standard (H.264/AVC) disponibiliza melhoramentos substanciais relativamente à primeira geração de *codecs* para aplicações móveis [Wang *et al*, 2007], e é consequentemente seleccionado como o mais recomendado para serviços MBMS, DVD-Handheld (DVB-H) e 3GPP.

#### 4.4.1.2. *Codificação de vídeo com resiliência ao erro*

Dada a intrínseca natureza das transmissões de rádio, as redes sem fio são susceptíveis a erros de transmissão. A correcção de erros refere-se à capacidade de recuperação total de informação incorrecta. A ocultação de erro, refere-se à capacidade de ocultação do impacto dos erros de transmissão, de modo a que este dificilmente seja perceptível no vídeo reconstruído. Segundo [Wang *et al*, 2007] as técnicas de correcção e ocultação de erro podem ser classificadas em três categorias: **Forward error correction** (FEC), onde o transmissor envia dados redundantes e modo a que o receptor possa facilmente corrigir ou ocultar a existência de erros de transmissão; métodos de **Pós-processamento**, que estimam a representação correcta dos dados errados recebidos; e **Métodos Interactivos**, onde o emissor e o receptor cooperam de modo a minimizar o efeito do erros de transmissão, utilizando retroacção de informação por parte do receptor. A aplicação de cada um destes métodos de controlo de erro está relacionada com: a execução e latência ponto-a-ponto da aplicação e a presença de retroacção dos receptores para o emissor. Desta forma, os métodos interactivos são geralmente utilizados em *unicast streaming*, onde os pedidos de retransmissão não causa uma explosão de tráfego de retroacção e os requisitos para a latência inicial são relaxados. Tipicamente as aplicações de vídeo-telefonía utilizam a ocultação de erro interactiva, de modo a parar a propagação temporal do erro, eficientemente. Qualquer tipo de aplicação pode utilizar *forward error correction*, uma vez que este método é o mais importante

meio de controlo de erro em aplicações de *broadcast* e *multicast*. O método de pós-processamento deve ser utilizado em todos os receptores que operam em ambientes propensos a erro.

#### 4.4.1.3. *Latência e variação do bitrate em Vídeo*

Geralmente as comunicações móveis oferecem *bitrate* constante para aplicações multimédia, enquanto as fontes de rádio da célula não necessitem de ser realocadas. A variação de *bitrate* de vídeo eventualmente introduzida resulta em atrasos variáveis, os quais podem ser suavizados através de *buffering* no receptor.

Os modelos *Hypothetical Reference Decode* (HRD) especificados pelos standards de codificação de vídeo, permitem restringir a variação do *bitrate*. Os *bitstreams* de vídeo estão associados a um atraso inicial de *buffering*, resultante da operação dos HRDs. Este atraso inicial é suficiente para atenuar a variação do *bitrate*, quando se assume uma transmissão sobre um canal com *bitrate* constante. Em algumas aplicações como a vídeo-telefonía, é mais aceitável permitir algum *jitter* na saída, do que ter um atraso inicial constante, de modo minimizar o atraso ponto-a-ponto. A latência aceitável depende da aplicação e das expectativas do utilizador.

O *bitrate* do canal pode variar por várias razões, quer seja pelo congestionamento da rede ou pela troca de alocação de recursos numa ligação de rádio. Os emissores devem adaptar o *bitrate* de transmissão de acordo com o débito esperado de um canal com *bitrate* variável, ou, caso contrário haverá perda de pacotes. Em algumas aplicações como a vídeo-telefonía, a codificação é feita em tempo real e o *bitrate* de transmissão pode facilmente ser controlado pelo algoritmo do codificador. Outras aplicações como o *streaming*, permitem que a codificação seja previamente efectuada. Consequentemente a adaptação do *bitrate* deve ser efectuada através do escalonamento da transmissão ou por codificação escalável.

#### 4.4.1.4. *Codificação escalável para suporte da diversidade de redes e dispositivos*

Os mesmos serviços multimédia poderão ser acedidos por uma variedade de redes heterogéneas (GPRS, HSDPA, etc.), tendo cada uma destas redes velocidades de acesso diferentes, que podem ir desde alguns Kbits/s até alguns Megabits/s, como é o caso das redes 3G. Além disso, um receptor depara-se com algumas variações temporais do *bitrate* disponível, devido ao potencial *handover* e realocação de recursos de rádio. A adaptação do *bitrate* é uma funcionalidade desejável para os *streams* a serem transmitidos. A capacidade de processamento, tamanho e ecrãs dos dispositivos móveis também varia. Consequentemente, a adaptação do tamanho dos *média* visuais (vídeo e imagem) para ajuste ao tamanho do ecrã dos dispositivos receptores é também desejável. Algumas aplicações, como as de *unicast streaming*, permitem a selecção e *switching* de *streams* de modo a que se possa ajustar o *bitrate* e o tamanho dos *media*.

Uma das soluções é efectuar o *simulcast* de múltiplas versões de *streams* para propósitos similares, em aplicações de *broadcast* e *multicast*. Outra solução é a transcodificação de conteúdos. Porém, a codificação escalável de vídeo pode frequentemente ser a melhor solução para a adaptação directa de *bitstreams*, conseguindo-se menor espaço de armazenamento, largura de banda para transmissão e capacidade de processamento. O codec H.264/AVC disponibiliza meios para escalabilidade temporal hierárquica, sofisticada, denominada de *Scalable Video Coding* (SVC), suportando escalabilidade temporal e espacial de qualidade, apresentando-se como uma solução promissora para as aplicações de vídeo móveis.

## 4.4.2. Standards de vídeo para aplicações Móveis

### 4.4.2.1. *Multimedia Messaging Service (MMS)*

O MMS foi o primeiro standard de aplicação de vídeo desenvolvida pelo 3GPP, pertencendo à categoria de aplicações de reprodução local, sendo a entrega de vídeo ou outros tipos de média feita através de protocolos de transporte robustos. O 3GPP delegou o desenvolvimento do MMS stage 2 relativa à descrição funcional, para a Open Mobile Alliance (OMA), mantendo apenas a MMS Stage 1 relativa aos requisitos e a especificação de formatos de média e *codecs*.

### 4.4.2.2. *Serviço de Streaming por comutação de pacotes (PSS)*

O 3GPP desenvolveu o *Packet-switched Streaming Service* (PSS) de modo a responder às necessidades das aplicações móveis de *unicast streaming*. Este serviço consiste num conjunto de especificações que englobam diferentes aspectos do serviço de *streaming*: protocolos de transporte e *codecs*, formato de ficheiro 3GPP e formato de texto temporizado. A especificação 3GPP PSS determina a utilização dos seguintes protocolos: *Real Time Streaming Protocol* (RTSP) para controlo de sessão; *Session Description Protocol* (SDP) para descrição de sessão; *Real-time Transport Protocol* (RTP) para transporte de dados de media temporizados; e HTTP para o transporte de tipos de média estáticos e *download* progressivo de dados de media temporizados [TeliaSonera, 2003]. Esta especificação define também algumas extensões de protocolos IETF de modo a melhorar a sua adaptação a ambientes sem fio móveis, bem como características dos dispositivos, que englobam o tamanho do ecrã e tipos de média que o cliente pode decodificar, etc.. Na release 7, o 3GPP adoptou mecanismos de *Fast Content Switching* que engloba os seguintes aspectos:

- *Fast content startup;*
- *Fast content switching;*
- *Fast stream switching;*

O *Fast content startup* é conseguido através do *pipelining* dos pedidos de configuração da sessão RTSP. Uma sessão típica de *streaming* consiste num *stream* de áudio e outro de vídeo, e requer pelo menos três pedidos RTSP consecutivos: SETUP (Áudio), SETUP (Vídeo) e PLAY, o que envolveria três respostas, uma para cada pedido. Com o *Fast content startup*, o início da sessão pode ser conseguido apenas com uma única resposta.

O *Fast content switching* é conseguido através da introdução de novo cabeçalho “*Switch-Stream*” no pedido de PLAY, que indica que o *stream* necessita de ser substituído. Isto permite a reutilização dos fluxos para o transporte de novos conteúdos.

Os conteúdos podem ter várias representações (e.g. línguas, ângulos, etc.), e os utilizadores podem requerer uma linguagem diferente ou um ângulo diferente sem que haja interrupção na reprodução. Para se conseguir esta mudança sem interrupções (*Fast stream switching*) entre *streams* dos mesmos conteúdos, é também utilizado o cabeçalho “*Switch-Stream*” no pedido de PLAY.

A especificação PSS define *codecs* suportados para áudio e vídeo. No entanto não especifica o *bitrate* máximo, estando este dependente do *codec* a ser utilizado [TeliaSonera, 2003]. Para áudio, o *codec* recomendado é o MPEG-4 AAC e para vídeo H.263 e H.264. Para tipos de média estáticos, existe suporte para imagem (JPEG e GIF), gráficos vectoriais (SVG-Tiny) e texto (e.g. para legendas). Existe também suporte para descrição de cenas (SMIL).

#### 4.4.2.3. Video-Telefonia

Todas as aplicações que requeiram um elevado grau de interactividade com o utilizador (com um *delay* ponto-a-ponto de 400 ms) englobam-se na categoria de aplicações de telefonia [Wang *et al*, 2007]. Nesta categoria incluem-se as aplicações de Voz sobre IP (VoIP). Sempre que estas aplicações incluam também vídeo, estas transforma-se em aplicações de vídeo-telefonia. A história das aplicações de vídeo-telefonia 3GPP teve início em 2001. A última especificação 3GPP para vídeo-telefonia é uma especificação optimizada para Serviços de Telefonia Multimédia (*Multimedia Telephony Service – MTSI*) [Wang *et al*, 2007]. Com o MTSI, existe a possibilidade de adicionar ou remover tipos de media em tempo de sessão. As sessões MTSI são baseadas em IMS, utilizam o *Session Initiation Protocol* (SIP) e o *Session Description Protocol* (SDP) para configuração do mecanismo básico de controlo, sendo utilizado o protocolo RTP para transporte dos dados (Figura 6). Os terminais MTSI podem suportar qualquer combinação de fala, vídeo. Algumas sessões MTSI nem sempre necessitam que os diferentes *media* sejam sincronizados, logo é da responsabilidade dos terminais MTSI especificar se uma determinada sessão particular necessita ou não que os media sejam sincronizados. As sessões MTSI devem oferecer *media* de alta qualidade aos utilizadores, e a capacidade de adaptar o sistema às variações das condições de rede, é um factor chave para o sucesso do serviço. Para este propósito, o

3GPP especificou alguns mecanismos que permitem aos terminais adaptar e evitar a degradação da qualidade dos *media* quando a rede oferece uma baixa qualidade de serviço.

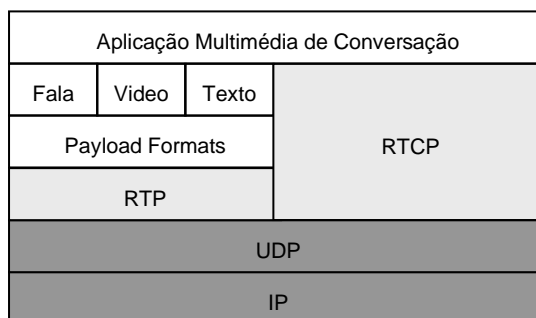


Figura 6 – Pilha protocolar MTSI

### 4.4.3. Sistemas de Difusão Móveis

Os sistemas de difusão móveis permitem a entrega de novos serviços móveis, como os serviços de Televisão Móvel. Nesta secção são apresentados alguns standards de difusão móvel, o sistema MBMS e DVB-H.

#### 4.4.3.1. *Multimedia Broadcast and Multicast Services (MBMS)*

Definido pelo 3GPP, o MBMS é um sistema para a difusão móvel sobre UMTS, tendo como objectivo principal a melhoria da rede e uso da capacidade do ar, através da entrega conteúdos ponto-a-ponto.

O *Broadcast-Multicast-Service Center (BM-SC)* é um novo componente de rede que desempenha um papel fulcral na disponibilização de serviços de *multicast/broadcast*, desempenhando várias funções como o *service announcement*, entrega de dados, encriptação de conteúdos e distribuição de chaves de segurança. Este componente é também responsável pela configuração dos *MBMS bearers*. Estes podem operar em modo *multicast* ou *broadcast*. Em modo *multicast* são utilizados protocolos de membro de grupo (*Internet Group Management Protocol - IGMP* ou *Multicast Listener Discovery – MLD*) [Wang *et al*, 2007], para que um utilizador adira ou abandone uma sessão MBMS. Em modo de *broadcast* esta operação não é necessária. A utilização do modo *multicast* permite uma utilização mais eficiente dos recursos de rádio, com base na contagem do número de receptores numa célula e utilizando entrega ponto-a-ponto, quando seja mais eficiente. Existem dois métodos de entrega definidos no topo dos MBMS bearers: método de *download* e de *streaming*. O primeiro é utilizado para a entrega de ficheiros onde o tempo não é um requisito. O segundo é utilizado para a entrega de conteúdos por *streaming*, e.g. canais de Televisão Móvel.

A Figura 7 ilustra os protocolos de transporte utilizados pelos serviços MBMS. Neste sistema foi introduzido o FEC Raptor code, para garantir um maior alcance MBMS com uma qualidade razoável. O

Raptor code é utilizado tanto pelo método de *download* como pelo método de *streaming*. É utilizada agregação de *streams*, de modo a que o FEC Raptor não só possa proteger simultaneamente múltiplos *streams*, mas também porque este opera melhor com blocos de informação maiores.

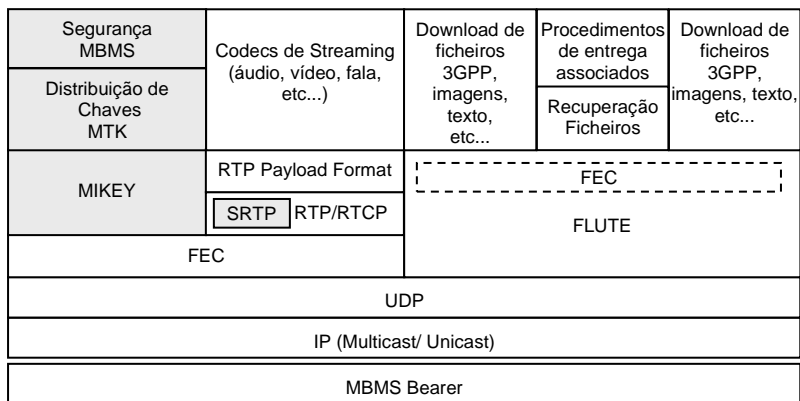


Figura 7 – Pilha de Protocolos MBMS<sup>23</sup>

4.4.3.2. IP Data Cast (IPDC) em DVB-H

O DVB Project definiu o sistema DVB-H para a difusão para terminais móveis, como uma extensão do seu já estabelecido sistema de difusão de televisão digital terrestre – DVB-T, devido ao baixo custo de introdução, conseguido pela reutilização das redes e equipamentos DVB-T. Dados os altos consumos de energia pelo DVB-T, o DVB-H possui modificações para que possa ir encontro dos requisitos específicos dos dispositivos móveis [ETSI-0, 2004]. Para tal é utilizada multiplexagem por divisão no tempo, o que permite que o receptor apenas esteja activo em fracções de tempo, referente à recepção dos dados de um serviço requisitado. Os Datagramas IP são transmitidos em pequenas rajadas, podendo cada uma conter até 2Mbits de dados. O DVB-H suporta as bandas VHF-III, UHF-IV/V, e L.

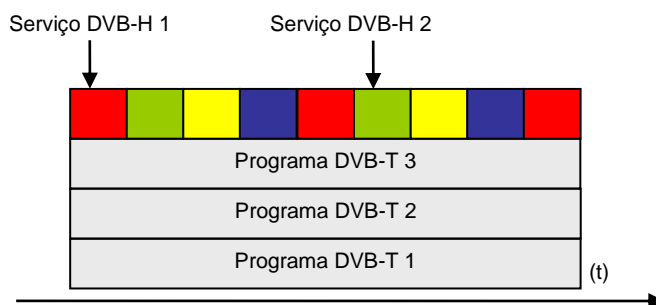


Figura 8 – Multiplexagem de serviços em DVB-H

No topo do DVB-H, o DVB define o IPDC (*IP Datacasting*) – um sistema ponto-a-ponto de difusão. Os dados IP são encapsulados num *stream* de transporte MPEG-2 através do MPE (*Multi-Protocol*

<sup>23</sup> Adaptado de [Wang *et al*, 2007]

*Encapsulation*), e utiliza codificação FEC (MPE-FEC) para melhorar a recepção dentro de edifícios. O IPDC sobre DVB-H apresenta algumas similaridades com o MBMS relativamente aos protocolos de transporte de dados.

O conjunto de especificações DVB-H para IP Datacasting (DVB-IPDC) [ETSI-3, 2007] pode ser descrito como um conjunto componentes essenciais para o fornecimento de serviço comercial de TV móvel baseado no protocolo IP, que permitem definir o que é entregue, como é descrito e como pode ser protegido. Englobam assim a arquitectura do sistema, *use cases* [ETSI-2, 2006], *Program Specific Information /Service Information (PSI/ SI)* [ETSI-1, 2006], *Electronic Service Guide* [ETSI-4, 2006], *Content Delivery Protocols* [ETSI-6, 2006], *Service Purchase and Protection (SPP)* [ETSI-5, 2007]. Todas estas especificações estão já definidas como standards formais da ETSI.

#### **4.4.4. Vídeo Móvel Interactivo**

O vídeo interactivo distingue-se do seu homólogo não interactivo pela sua apresentação não linear. As acções, decisões e escolhas do utilizador ao longo da apresentação, definem o modo de como esta se desenrola, quebrando assim a linearidade. Das várias tecnologias de produção e apresentação de vídeo interactivo para dispositivos móveis salientam-se as normas MPEG-4 e SMIL, ambas não proprietárias e que suportam uma grande variedade de cenários [Rogge *et al*, 2004].

##### **4.4.4.1. Vídeo Móvel Interactivo com MPEG-4**

As principais aplicações MPEG-4 visam satisfazer os requisitos das aplicações multimédia altamente interactivas, mantendo em simultâneo suporte para as aplicações tradicionais. Em adição à sua eficiente codificação, as aplicações MPEG-4 disponibilizam funcionalidades avançadas como a interactividade com objectos de média individuais, escalabilidade dos conteúdos e elevado grau de resiliência ao erro. Num sistema MPEG-4, os objectos audiovisuais são codificados individualmente e multiplexados para armazenamento ou transmissão, em conjunto com informação de descrição de como estes objectos deverão ser combinados no espaço e no tempo. A especificação da composição das cenas e da multiplexagem dos objectos audiovisuais através de compressores baseados em codificadores aritméticos, é realizada através de um componente derivado da VRML 2.0 [Shao *et al*, 2006], denominado por BIFS – Binary Format for Scenes. Este componente (MPEG-4 parte 11) disponibiliza uma *framework* completa para o motor de apresentação dos terminais MPEG-4, permitindo a mistura/integração de vários média audiovisuais com animações 2D, 3D e som sintetizado, tomando em conta as variações locais ou remotas das cenas ao longo do tempo. Ao contrário das normas MPEG anteriores (1 e 2), através do BIFS é possível efectuar o *render* de uma cena multi-fonte, em tempo real no reproduzidor, uma vez que os objectos são gerados, codificados e transmitidos separadamente [Shao *et al*, 2006].

#### **Estrutura e disposição espacial MPEG-4.**

O BIFS tem um formato binário, o que significa que é necessário um compilador que efectue a tradução de uma descrição textual (XMT) da cena para a sua representação binária. A descrição textual de cena consiste em três partes: (1) Estrutura hierárquica VRML, que define os objectos, combinações e relacionamentos espaciais e temporais entre eles; (2) Comportamentos interactivos, animações e efeitos de transição; (3) Comandos de actualização para BIFS. A dimensão de uma janela MPEG-4 é definida na configuração do BIFS, que é carregada num dos descritores de objectos, separada da descrição textual da cena (ao contrário do SMIL). Isto permite que este parâmetro possa ser controlado por comandos de actualização de BIFS.

#### **Formatos suportados**

Na autoria de um ficheiro MPEG-4 para dispositivos móveis, devem preferencialmente ser utilizados os formatos standards MPEG-4 [Shao *et al*, 2006]. Para vídeo deverá ser utilizados os formatos MPEG-4 AVC/H.264 e H.263. Para áudio, AAC, MP3, MIDI. Para legendas e texto deve ser utilizado MPEG-4 Timed Text, e para imagem JPEG ou PNG.

#### **Interactividade**

No âmbito da interactividade são permitidos dois modos de interacção entre o utilizador e a cena: interacções do lado do cliente e interacções do lado do servidor. A interacção lado do cliente refere-se às operações sobre a apresentação por parte do receptor (e.g. arrastar objectos ou ler informação extra sobre o mesmo, alterar o ponto de vista do utilizador, etc.); A interacção do lado do cliente necessita de um canal de retorno, uma vez que as modificações e operações são efectuadas do lado do transmissor.

#### **4.4.4.2. Vídeo Móvel Interactivo com SMIL**

A *Synchronized Multimedia Integration Language* [W3C-SMIL, 2005], vulgarmente conhecida pelo acrónimo SMIL, é um standard W3C para a sincronização e integração de conteúdos multimédia. A especificação 2.1 [W3C-SMIL, 2005], de Dezembro de 2005, é a última recomendação estável, existindo desde Outubro de 2008 uma proposta para a especificação 3.0. É uma linguagem baseada em XML e permite a integração de um conjunto de tipos de média independentes, numa apresentação multimédia continua no tempo. A especificação 2.1 engloba os seguintes módulos: (1) *Animation Module*: que inclui animação baseada numa linha temporal e um mecanismo para composição de efeitos de múltiplas animações; (2) *Content Control Module*: que disponibiliza selecções em tempo de execução e optimização de entrega de conteúdos; (3) *Layout Module*: para disposição espacial dos elementos de media visuais; (4) *Linking Module*: para navegação no documento SMIL, a qual pode ser despoletada por interacção com o utilizador ou outros eventos; (5) *Media Object Module*: descreve os

objectos de media, animações e respectivos atributos; (6) *Meta Information Module*: suporta a recomendação *Resource Description Framework* (RDF) e descreve tanto as propriedades dos documentos SMIL como as dos objectos de media através de meta informação; (7) *Structure Module*: permite estruturar os conteúdos SMIL; (8) *Timing and Synchronization Module*: especifica as propriedades, comportamentos e relações temporais dos objectos e entre os objectos; (9) *Time Manipulations Module*: permite o controlo da velocidade de reprodução dos objectos de media; (10) *Transition effects Module*: descreve efeitos de transição (*Edge, Iris, Clock* e *Matrix wipes*).

### **Estrutura e Disposição Espacial SMIL**

Um documento SMIL divide-se em duas secções: *header* e *body*. A primeira contém informação sobre a disposição espacial dos objectos visuais em diferentes regiões dentro de um dado *layout*, define o modo de como os média devem ser apresentados e os efeitos de transição a utilizar. A secção *body* contém referências para as fontes dos média, define as relações temporais entre objectos, comportamentos interactivos entre objectos, gestão temporal e possíveis interacções com o utilizador. Os efeitos de transição previamente definidos podem também funcionar coordenadamente com o objecto correspondente. A linguagem SMIL suporta também esquemas de disposição alternativos, como *Cascading Style Sheet* (CSS) [W3C-SMIL, 2005].

### **Temporização e Sincronismo**

Os objectos de media podem ser temporalmente relacionados em sequência, em paralelo ou em exclusividade (<seq>, <par> e <excl>, respectivamente) [Dick *et al*, 2004]. Os elementos possuem os atributos: *begin*, *dur*, *end*, que definem as especificidades e comportamentos temporais dos objectos. Estas especificidades e comportamentos podem ser exclusivamente dependentes dos próprios elementos ou estar dependentes/relacionados com o comportamento de outros elementos ou com eventos relativos com a acção do utilizador.

### **Formatos Suportados**

A especificação SMIL não especifica a disponibilidade dos formatos multimédia suportados. A reprodução de apresentações SMIL depende unicamente dos formatos e *codecs* suportados pelo *SMIL Player* em uso [Dick *et al*, 2004]. Caso este não suporte um determinado formato multimédia, este recurso é por omissão ignorado. Esta propriedade traduz a extensibilidade da SMIL relativamente ao suporte de formatos, numa relevante actualização do *SMIL Player codecs*. Com base nestes factos, os formatos multimédia recomendados para apresentações baseadas em SMIL, deverão restringir-se aos formatos recomendados para utilização em telefones móveis, e.g., recomendações 3GPP para formatos e *codecs* multimédia.

### **Reprodução e *Streaming* de documentos SMIL**

Existe um número variado de *SMIL Players* (Realplayer, Nokia SMIL Player, Grins Mobile Player) quer sejam comerciais ou de livre utilização. Alguns navegadores Web também suportam a reprodução de SMIL. O *Third Generation Partnership Program* (3GPP) especificou também um perfil que permite a reprodução de SMIL em dispositivos móveis, focando-se no âmbito de *Multimedia Messaging* (MMS) e *Enhanced Packed switched Streaming* (e-PSS) [Yoshimura, 2002] [Shao *et al*, 2006]. Existem duas formas de consumo de dados SMIL: descarregar completamente a apresentação e reproduzi-la de seguida; e efectuar a reprodução por métodos de *streaming*. Este último método é muito dependente dos *codecs*. O documento é enviado primeiramente para o dispositivo que efectua a apresentação e de seguida, o *Player* localiza as fontes de dados a partir dos servidores de *streaming* correspondentes.

A norma SMIL permite também a especificação de conteúdos alternativos (elemento <switch>) permitindo que sejam fornecidos conteúdos com base nas preferências do utilizador (e.g., língua) ou das capacidades de conexão do dispositivo utilizado para reprodução dos conteúdos.

#### **4.4.4.3. MPEG-4 versus SMIL**

Ambas as normas foram especificamente projectadas para o problema da integração e sincronização de conteúdos multimédia. Embora muito similares ao nível funcional e aplicações alvo, a norma SMIL aparenta ser mais eficiente ao nível de autoria de aplicações [Jokela *et al*, 2008] [Shao *et al*, 2006], enquanto a norma MPEG-4 mais eficiente para a difusão de conteúdos de para aplicações de *video-on-demand*, para além de suportar mecanismos de gestão de protecção de direitos de autor e propriedade intelectual. Outra das vantagens é o vasto potencial da MPEG-4 em dispositivos móveis, dado que estes dispositivos são baseados em chipsets, e não em *software* transferível [Shao *et al*, 2006]. Porém, os conteúdos em BIFS são de difícil edição e subsequentemente difíceis de utilizar, dado que a sua representação binária não pode ser reconvertida para uma forma consistente que represente as intenções originais do autor.

Cada uma das normas possui vantagens onde a outra possui desvantagens. Para tirar partido das vantagens de ambas, Shao *et al*, [Shao *et al*, 2006] propõem um esquema de conversão de SMIL para BIFS de MPEG-4. Esta abordagem tira partido das capacidades e facilidades de edição SMIL, com as capacidades de difusão e reprodução MPEG-4.

## 4.5. Serviços de Suporte a Multimédia

### 4.5.1. IMS e SIP

O IP Multimedia Subsystem (IMS) é uma *framework* arquitectural do 3GPP, para o fornecimento de serviços multimédia baseados em IP, a utilizadores móveis. Originalmente orientada para acesso via GPRS, foi posteriormente actualizada para suporte Wireless LAN, CDM2000, UMTS e linhas fixas [Andersson *et al*, 2006]. Para facilitar a integração com a Internet, o IMS utiliza protocolos IETF como o *Session Initiation Protocol* (SIP). Esta *framework* não pretende padronizar as aplicações em si, mas sim, facilitar o acesso a multimédia e aplicações de voz entre dispositivos móveis e fixos, fomentando uma convergência horizontal de serviços, entre o fixo e móvel. Isto é conseguido por uma camada horizontal que isola o acesso de rede da camada de serviços [Mani, 2007]. Estes não necessitam de possuir as suas próprias funções de controlo, uma vez que a camada de controlo é comum e horizontal.

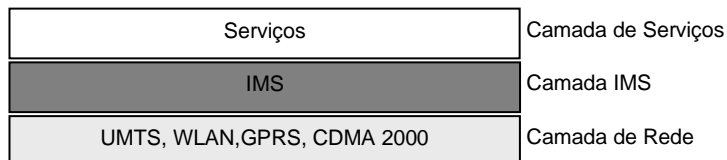


Figura 9 – Camadas da arquitectura IMS

A convergência horizontal é uma abordagem oposta à tradicional convergência de serviços específicos de rede, onde a interconexão é efectuada ao nível da rede [Mani, 2007]. Na convergência horizontal, os utilizadores de um domínio podem beneficiar de serviços de outros domínios, e diferentes tecnologias podem combinar os seus serviços para criar novos serviços mais avançados, como *Video-on-demand* para telefones móveis, partilha de conteúdos entre telefones móveis, troca de media durante chamadas de voz, etc.

Possuindo um conjunto de entidades funcionais (Servidores SIP, *proxies*, etc) e interfaces, permite a gestão de estabelecimento, modificação e término de sessões multimédia. Esta *framework* corresponde a um avanço significativo no fornecimento de serviços multimédia baseados em IP ponto-a-ponto, uma vez que simplifica a implementação de novos serviços e reduz as restrições temporais do mercado e impactos das redes IP existentes, para além de permitir que os operadores possam cobrar pelos serviços IMS [Andersson *et al*, 2006].

O *Session Initiation Protocol* (SIP) é um protocolo IETF situado na camada de aplicação TCP-IP, e na camada de sessão no modelo OSI, que permite a criação e gestão de sessões de comunicação multimédia entre dispositivos. Em vez de se utilizarem protocolos proprietários, os construtores de aplicações móveis multimédia de rede, podem basear-se em standards IMS como o SIP. Um exemplo é o caso de um jogo multi-utilizador poder funcionar em rede, ter um comportamento similar em qualquer

operador de rede, reduzindo assim a complexidade de desenvolvimento. Um endereço SIP (denominado SIP URI) identifica univocamente um utilizador independentemente do meio de comunicação que é utilizado: e.g. sip:caller@194.195.100.20. Isto permite que se possam efectuar por exemplo chamadas de vídeo entre em PC e um telefone 3G, ou uma sessão de jogo entre uma consola conectada a uma rede WLAN P2P e um telefone móvel.

## 4.6. Gestão do Direitos de Autor

De modo a criar um ecossistema para distribuição durável, é fundamental ter-se a capacidade de proteger e gerir os direitos de propriedade dos conteúdos (*Digital Rights Management - DRM*), e assegurar que são garantidos os *royalties* da sua utilização [Bosi, 2006]. De modo a complicar ainda mais o processo, podem existir diferentes direitos de autor para os mesmos conteúdos (performance, criação, etc). Embora existam soluções proprietárias para DRM, grande parte dos operadores focam-se nos standards da Open Mobile Alliance<sup>24</sup> (OMA) para DRM [Andersson *et al*, 2006] [Bosi, 2006] [Wang, 2006]. Parte destas funcionalidades tem que residir nos dispositivos, embora exista também o papel do operador. As principais interacções são ilustradas pela Figura 10. Existem três métodos para OMA DRM 1.0: **Forward Lock, Combined Delivery**; e **Separate Delivery; Forward Lock**, significa que o utilizador poderá descarregar o conteúdo, mas nunca o poderá reencaminhar. Esta é apenas uma parte mandatária do standard. No modo combinado – **Combined Delivery** – é criada uma mensagem DRM que contém o conteúdo mais o objecto de direitos de autor (*Rights Object - RO*). Por outro lado, no modo **Separate Delivery**, o conteúdo digital e o RO são enviados separadamente. Isto significa que não existe nenhum entrave ao reencaminhamento dos conteúdos para outros utilizadores, de tal forma em que, estes não poderão aceder-lhes enquanto não pagarem pelo objecto dos direitos de autor.

A versão OMA DRM 1.0 não conseguiu satisfazer os requisitos de protecção exigidos por pelos proprietários de conteúdos, uma vez que estes argumentavam a facilidade de se poderem efectuar cópias piratas.

O standard OMA DRM 2.0, iniciado em 2004 e aprovado em 2006, é uma extensão do mecanismo **Separate Delivery**, da versão anterior. Cada dispositivo possui um certificado PKI (*Public Key Infrastructure*) com uma chave pública, bem como a correspondente chave privada. Cada RO é individualmente protegido para o dispositivo receptor, através da sua encriptação com a chave pública do receptor. Por sua vez, o RO contém a chave para a descriptação dos conteúdos, a qual é obtida através descriptação do RO com a chave privada do receptor. A entrega de ROs, requer um registo na entidade que distribui os distribui – *Rights Issuer (RI)*. Durante o registo, é verificado se o dispositivo pertence ou não a uma “lista negra”, através de uma verificação *Online Certificate Status Protocol*

---

<sup>24</sup> <http://www.openmobilealliance.org/>

(OCSP). Desta forma, dispositivos conhecidos como “pirateados”, podem ser excluídos do registo junto do RI e de receber ROs para aceder a conteúdos. Desde 2006, que a OMA tem vindo a trabalhar nas versões 2.01 e 2.1, e estão a ser incluídas novas funcionalidades como *Secure Removable Media* (SRM) e *Secure Content Exchange* (SCE).

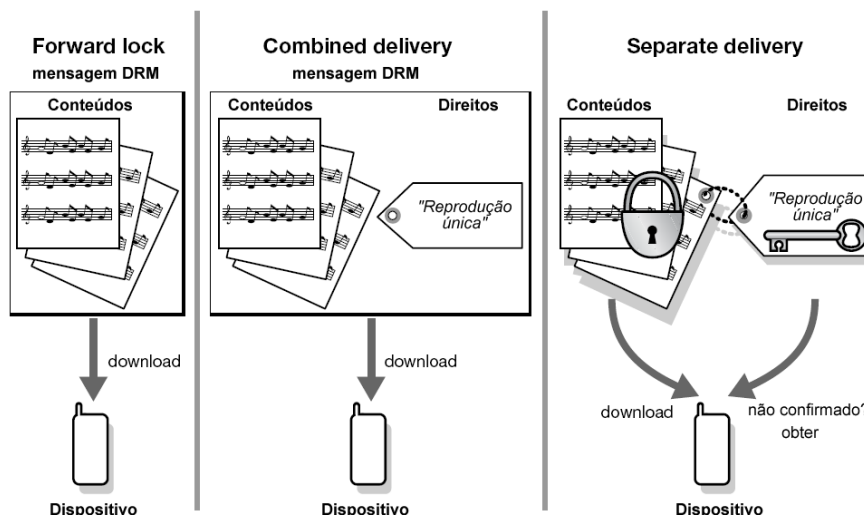


Figura 10 – Métodos de Operação OMA DRM 1.0<sup>25</sup>

Existem no mercado soluções de DRM abertas como o openIPMP<sup>26</sup>, que consiste numa ferramenta de gestão de conteúdos e numa *framework* de distribuição de conteúdos, com garantia de segurança dos direitos de propriedade. O componente de DRM do openIPMP, permite validar, autenticar e revogar permissões a conteúdos em ambientes de rede. O sistema tem ainda suporte para a *Rights Expression Language* proposta para o standard MPEG-21.

## 4.7. Facilitadores para *Software* e Multimédia

Ao longo da evolução dos dispositivos e serviços móveis, foram surgindo desafios que provocaram lacunas entre as diversas áreas de aplicação, resultantes da demanda do mercado, quer seja pelo fornecimento de um determinado serviço com uma determinada qualidade, quer de uma aplicação, etc. Como resposta a essa demanda surgiram no mercado soluções tecnológicas para a colmatação dessas lacunas. Porém estas ainda existem e continuarão a existir, fruto da constante evolução. A Tabela 2 apresenta um resumo das tecnologias chave para a colmatação de muitas das lacunas existentes actualmente ao nível da inconsistência da apresentação, interactividade ao longo dos diferentes dispositivos e distribuição de conteúdos em massa nos canais de televisão móvel.

<sup>25</sup> Adaptado de [Andersson *et al*, 2006]

<sup>26</sup> <http://objectlab.com/clients/openipmp/index.htm>

Tabela 2 – Lacunas, áreas e soluções tecnológicas na cadeia de valor na indústria da multimédia móvel

Lacunas	Áreas	Tecnologia/ Solução
Apresentação Consistente na Web e em Canais Móveis	Camada Apresentação	Flash Lite
Troca de Media/ Interactividade	Interactividade Convergente	SIP
Aplicações Móveis	Ambientes de Execução de Aplicações	J2ME/MIDP2+ JSRs
Acesso Fácil	Rede de Conectividade – Provisão de Acesso	Activação <i>Over-the-air</i> (OTA)
Entrega de Conteúdos para Mercados de Massa de TV móvel	Melhoria de Utilização do Interface de Ar	WCDMA( HSDPA, HSUPA)
Standards de Direitos Digitais	Protecção e Entrega de Conteúdos	OMA, DRM 2.0, openIPMP

A identificação e colmatação de lacunas não é uma operação linear. É necessário compreender o que é necessário acrescentar para a entrega de uma experiência harmonizada ao longo dos diferentes canais, e qual tecnologia auxiliará, na adaptação dos conteúdos para os dispositivos móveis. Esta adaptação não deverá traduzir-se apenas numa simples recriação da experiência, mas também no seu enriquecimento.

O ambiente de execução das aplicações móveis pode variar de dispositivo para dispositivo. Isto reflecte-se não só na capacidade de portabilidade das aplicações entre diferentes plataformas. Um ambiente de execução (ex. J2ME/MIDP2) poderá dispor de vários perfis, de modo a se poder adaptar a diferentes dispositivos. Isto reflecte-se também ao nível da portabilidade e sobretudo ao nível da consistência da apresentação e interactividade [Andersson *et al.*, 2006].

#### 4.7.1. Adobe Flash

O Adobe Flash é uma das aplicações mais generalizadas, sendo utilizado em mais de 98% do mercado mundial de computadores pessoais [Andersson *et al*, 2006]. Embora conotado frequentemente como uma ferramenta de animação, o Flash vai muito além desse propósito, permitindo que os construtores de aplicações e *designers* o desenvolvimento de aplicações ricas em conteúdo e com interfaces personalizadas. A Adobe disponibiliza a tecnologia Flash para dispositivos móveis e electrónica de consumo sob a denominação Flash Lite, o qual é no fundo um “*Enabler*” para a camada Apresentação, tal como apresenta a Figura 11. Posicionada na camada de apresentação, permite o desenvolvimento de aplicações multimédia multi-plataforma. As suas características permitem a construção de aplicações móveis com interfaces personalizados, não ficando o *designer* ou programador limitado aos elementos gráficos (*widgets*) fornecidos pelo sistema operativo/sistema gráfico nativos do dispositivo. A versão actual – Flash Lite 3, possui suporte para integração com a Web, suporte para Vídeo, Áudio, Imagem e gráficos interactivos. Este é o objectivo comum de todos os fabricantes de *software* e produtores de

Media – disponibilizar uma experiência de utilizador harmonizada e previsível ao longo de todos os canais, sejam eles, pela Web, móvel ou IP-TV [Andersson *et al*, 2006].

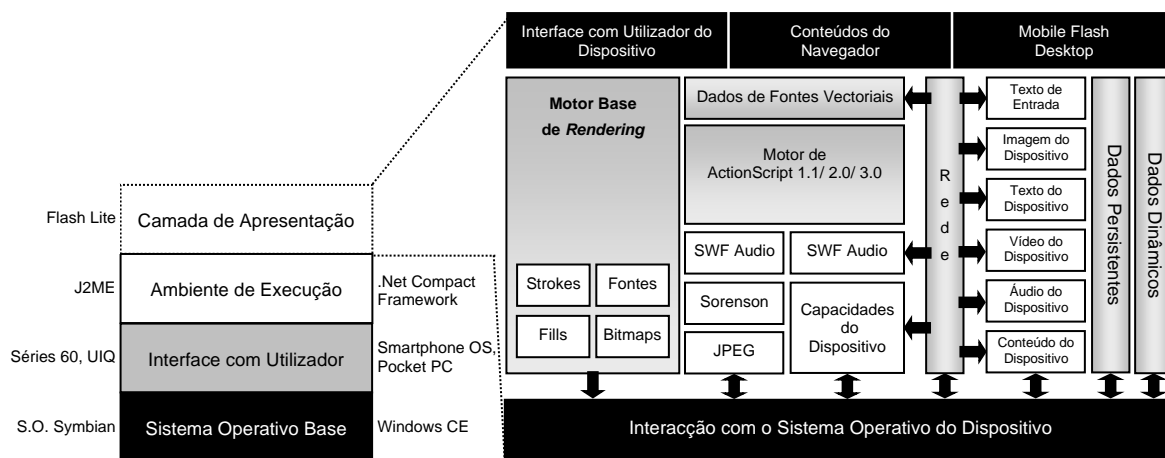


Figura 11 – Mobile flash harmoniza os canais em toda a camada de apresentação e dispositivos<sup>27</sup>

Entre o tipo de aplicações mais populares desenvolvidas em Flash Lite destacam-se os jogos interactivos, *wallpapers*, toques de telefone animados, aplicações Web, *streaming* de vídeo, etc...

#### 4.7.1.1. AudioFlash

As aplicações Flash Lite suportam os tipos de formato de áudio móvel mais comuns, nos quais se incluem os formatos MIDI, MFi, SMAF como formatos para áudio sintetizado e os formatos MP3, AAC, WAV, ADPCM para áudio capturado. Todavia, a utilização de cada um destes formatos é dependente da capacidade de suporte do formato pelos dispositivos. Para tal, o Flash Lite disponibiliza uma API para a verificação da capacidade de suporte de áudio, do dispositivo a ser utilizado.

A inclusão de áudio em aplicações pode ser efectuada de dois modos:

- Som embebido na aplicação – o ficheiro de áudio é incluído na biblioteca de recursos da aplicação podendo depois ser controlado pela *timeline* da aplicação;
- ou som externo à aplicação – o ficheiro de áudio é externo, sendo depois carregado pela aplicação para ser reproduzido.

Em ambas as situações a manipulação de áudio pode ser gerida pelo objecto *Sound*, que disponibiliza todas as funcionalidades e eventos para manipulação e gestão de áudio na aplicação.

Apesar de suportar variados formatos, a utilização de áudio em aplicações Flash Lite deve ter em conta alguns factores como:

<sup>27</sup> Adaptado de [Adobe, 2008]

- Tamanho do ficheiro, limitações de memória e de processamento dos dispositivos: A utilização de ficheiros grandes (e.g. um MP3 com 10MB), pode levar a ocorrência de erros (*Bad sound format* ou *Out of memory*). A descompressão de ficheiros de áudio grandes pode levar a uma utilização intensiva da memória e do processador, e consequentemente degradar a experiência do utilizador.
- Qualidade do som: Este factor depende não só da qualidade do som contido no ficheiro, mas também da capacidade do dispositivo o conseguir reproduzir correctamente. É preferível sacrificar a qualidade do som, caso o desempenho da aplicação fique comprometido (e.g., diminuir o débito binário ou utilizar som mono em detrimento de estéreo).

Uma das formas não comprometer a qualidade e desempenho é a utilização de áudio 3GP, garantindo assim uma transversalidade da aplicação.

#### 4.7.1.2. *Vídeo Flash*

Desde as primeiras versões do Flash Lite que a Adobe explora a utilização de vídeo em aplicações móveis. A inclusão de vídeo em aplicações móveis Flash é análoga à inclusão em aplicações Desktop. Porém, a natureza do ambiente de execução leva a que os ficheiros de vídeo originais sejam convertidos para formatos adequados ao ambiente móvel: 3GP, 3GP2 (ou 3GPP2), MPEG-4 (inclui H.264 AVC), MOV, AVI e WMV. O suporte para cada formato varia também de dispositivo para dispositivo, sendo considerado o formato 3GP o standard de facto [Leggett, 2006].

O vídeo em aplicações Flash Lite pode ter várias fontes:

- *Vídeo embebido na aplicação* – vídeo que faz parte da aplicação e é embutido na aplicação na fase de autoria;
- *Ficheiros de vídeo locais* – vídeos que existem no sistema de ficheiros do dispositivo, que podem ser provenientes da câmara digital local;
- *Ficheiros de vídeos externos* – ficheiros de vídeo localizados na Internet e que podem ser consumidos através de métodos de descarregamento progressivo de dados utilizando o protocolo HTTP;
- *Streaming de vídeo* – vídeo externos localizados na Internet e que são consumidos por técnicas de *streaming*, através do protocolo RTSP (Real Time *Streaming* Protocol).

Todo o suporte de vídeo é gerido internamente pelo objecto *Vídeo*, que disponibiliza todas as funcionalidades (métodos e eventos) para a manipulação de vídeo (*play()*, *stop()*, *resume()*, *close()*).

Dada a heterogeneidade de dispositivos, o Flash Lite disponibiliza também uma API para averiguação das capacidades de reprodução e manuseamento de vídeo do dispositivo.

A actual versão do Flash Lite suporta já o *streaming* de vídeo com o *Flash Media Server* bem como o formato de vídeo FLV, o que aumenta a abrangência de fontes de vídeo para aplicações móveis Flash.

#### 4.7.1.3. Manipulação de Dados

O Flash Lite herda muitas das características da versão *desktop*. Este facto reflecte-se em muitas das suas capacidades, nomeadamente na capacidade de manipulação de dados. Ao nível da gestão de dados persistentes, o Flash Lite é algo limitado. As aplicações podem ler ficheiros de dados sem qualquer restrição, o que não acontece na escrita de ficheiros, a qual não é de todo permitida. Esta restrição é imposta pelo modelo de segurança do Flash. A única forma de escrita de dados persistentes é através de ficheiros especiais denominados *Shared Objects*, que são utilizados tipicamente para o armazenamento de informação específica da aplicação (*preferências, usernames, highscores, etc.*). No que se refere a dados dinâmicos o Flash Lite suporta a leitura e interpretação de dados estruturados em XML, herdando a API do Flash Player para a manipulação de XML.

#### 4.7.1.4. Flash Lite versus Multimédia Rich Internet Applications

A tecnologia Flash Lite possui um conjunto de características que lhe permite diferenciar-se das restantes tecnologias de desenvolvimento de aplicações – Python, C++, J2ME, etc. O facto de operar na camada aplicação e possuir suporte para animação, permite o desenvolvimento de interfaces gráficas de utilizador personalizados, dinâmicos, e transversais ao longo dos vários dispositivos, tal como ilustra a Figura 12.

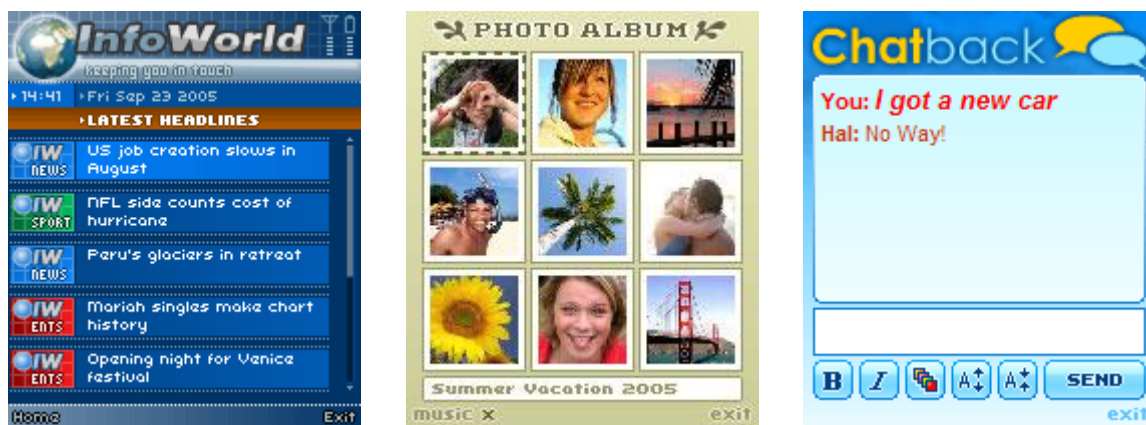


Figura 12 – Multimédia Rich Internet Applications

A sua capacidade de integração na Internet, o suporte de manuseamento de dados XML e capacidade de manipulação e integração de áudio e vídeo, potencia o desenvolvimento de aplicações multimédia baseadas na Web. Isto permite a construção de aplicações que melhoram a experiência do utilizador com a Web e multimédia móvel, através da integração de conteúdos Web e comunicações assíncronas. O formato FLV é um dos mais populares formatos para a disponibilização de vídeo na Web (CNN.com,

youtube.com, MySpace.com, etc.). Estes conteúdos podem ser acedidos através de aplicações móveis Flash, da mesma forma que as aplicações Web *desktop* o fazem.

## 5. Conclusão

O universo dos dispositivos móveis é muito heterogéneo e fragmentado. Dentro do mercado dos telefones móveis a variedade do *hardware* existente, sistemas operativos, ambientes de execução e tecnologias de acesso à rede, essa fragmentação é colossal. Este facto reflecte-se na interacção, no desenvolvimento de aplicações e na entrega de serviços de cariz móvel, especialmente na entrega de serviços multimédia que é totalmente dependente das características dos dispositivos. Tudo isto tem impacto na experiência do utilizador.

O design da interacção para telefones móveis é mais efectivo quando centrado no utilizador. Uma das primeiras técnicas de disponibilização de aplicações móveis consistiu na importação de aplicações de *desktop* para as plataformas móveis. Embora ao nível aplicacional e funcional esta estratégia fosse razoável, o mesmo não aconteceu ao nível da usabilidade. As plataformas são muito diferentes ao nível do *hardware* de E/S e o utilizador móvel tem características especiais e muito diferentes do utilizador de computador pessoal. O *design* da interacção para telefones móveis deve ter em conta estas características, e as aplicações móveis devem facilitar o mais que possível o acesso a serviços com o menor número de passos, fomentando a selecção e evitando sempre que possível a digitação de dados por parte do utilizador. Dado o ambiente volátil das aplicações móveis de rede, deve-se ter em conta também esta característica de modo a não degradar a experiência do utilizador.

Ao longo desta última década tem-se verificado a existência de uma convergência ao nível da entrega de multimédia ao consumidor. Os telefones móveis integram hoje, funcionalidades de reprodução de áudio, vídeo, imagem, vídeo-conferência e televisão, tornam-se assim plataformas multimédia. Porém, as características do *hardware* obrigam a que produção de conteúdos multimédia para o mercado móvel com qualidade requeira procedimentos e cuidados especiais, principalmente ao nível da aquisição de imagem e vídeo. O mesmo acontece na entrega dos conteúdos. A natureza móvel dos utilizadores e a volatilidade das redes de acesso não deverão ser um obstáculo para o acesso aos conteúdos. Estes devem ser adaptados de modo a que possam ser entregues e apropriadamente apresentados consoante o ambiente do utilizador.

No contexto dos tipos de média, o vídeo, é talvez o tipo de média que tem sido alvo de maior relevância, dado o conjunto de aplicações e serviços onde é utilizado. Muitos dos serviços de entrega de vídeo assentam em *codecs*, formatos, protocolos e serviços, maduros e bastante testados na entrega de serviços multimédia no mercado dos computadores pessoais e difusão de televisão digital, tendo sido criados em muitos casos, perfis para o mercado móvel.

A entrega de serviços multimédia móveis é um processo complexo pois existem vários parâmetros que a influenciam. Direitos de autor, conectividade de rede e ambientes de execução são exemplos de factores que influenciam directamente o processo. No que se refere à apresentação consistente em canais móveis, a tecnologia Flash Lite apresenta-se como um facilitador do processo. Porém, o suporte para esta tecnologia está ainda remetido a dispositivos de média e alta gamas.

O aparecimento das redes 3G trouxe velocidades e taxas de transferência de rede que impulsionou os serviços e aplicações multimédia para um nível mais elevado, que se traduziu em melhor qualidade de conteúdos e novas formas de interactividade. Porém, o fenómeno 3G ficou ainda aquém das expectativas dos utilizadores móveis. A utilização do MBMS em larga escala, a adopção de tecnologias 4G juntamente com novos avanços no campo do *hardware* de E/S, trarão inovação, novas formas de interacção e experiências multimédia mais ricas.

## 6. Bibliografia

- [3GPP-6, 2004] 3GPP, “3GPP Release 6”, December 2004; Disponível em: <http://www.3gpp.org/article/release-6>
- [Adobe, 2008] Adobe, “Flash Lite architecture”, Dezembro 2008, disponível em: <http://www.adobe.com/products/flashlite/architecture>
- [Andersson *et al*, 2006] Andersson, Christoffer Freeman, Daniel James, Ian Johnston, Andy Ljung, Staffan. “*Mobile Media and Applications - From Concept to Cash*”, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-470-01747-0, 2006
- [Android, 2008] Android, “*Android - An Open Handset Alliance Project*”, 2008, disponível em: <http://code.google.com/android/what-is-android.html>
- [Apple, 2007] Apple, “*Apple Reinvents the Phone with iPhone*”, 2007, disponível em: <http://www.apple.com/pr/library/2007/01/09iphone.html>
- [Apple, 2008] Apple, “*iPhone Dev Center*”, 2008, disponível em: <http://developer.apple.com/iphone/index.action>
- [Ballard, 2007] Ballard, B., “*Designing the MobileUser Experience*”, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-470-03361-6, 2007
- [Bodic, 2003] Bodic, G., “*Mobile Messaging Technologies And Services SMS, EMS and MMS*”, John Wiley & Sons, ISBN: 0470848766, 2003
- [Bosi, 2006] Bosi, Marina, “*Digital Rights Management Systems*”, Multimedia Security Technologies for Digital Rights Management, published by Wenjun Zeng, Academic Press, ISBN 10: 0-12-369476-0, 2006
- [Canalis, 2005] Canalis, “*Market shares by operating systems Q1 2005 for the worldwide total smart mobile device Market*”, Canalis, October, 2005
- [Chapman, 2000] Chapman, Nigel e Chapman, Jenny, “*Digital Multimedia. 1ª ed. New York: Wiley*”, ISBN 0-471-98386-1, 2000
- [Dick *et al*, 2004] Bulterman D., Rutledge, “*SMIL 2.0 Interactive Multimedia for Web and Mobile Devices*”, X.media.publishing, ISBN: 3-540-20234-X, 2004
- [ETSI-0, 2004] ETSI-6, “*Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)*”, ETSI EN 302 304 V1.1.1, 2004
- [ETSI-1, 2006] ETSI-1, “*Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Program Specific Information (PSI)/Service Information (SI)*”, ETSI TS 102 470 V1.1.1, 2006
- [ETSI-2, 2006] ETSI-2, “*Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Use Cases and Services*”, ETSI TS 102 470 V1.1.1, 2006
- [ETSI-3, 2007] ETSI-3, “*Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Set of Specifications for Phase 1*”, ETSI TS 102 468 V1.1.1, 2007

- [ETSI-4, 2006] ETSI-4, “*Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG)*”, ETSI TS 102 471 V1.2.1, 2006
- [ETSI-5, 2007] ETSI-5, “*Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Service Purchase and Protection*”, ETSI TS 102 474 V1.1.1, 2007
- [ETSI-6, 2006] ETSI-6, “*Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Content Delivery Protocols*”, ETSI TS 102 472 V1.2.1, 2006
- [Ghosh, 2005] Ghosh, Angana *et al.*, “*Open application environments in mobile devices: Focus on JME and Ericsson Mobile Platforms*”, Ericsson reviews, 2005
- [Jokela *et al*, 2008] Jokela, T, Lehtikainen, J.T., Korhonen H., “*Mobile Multimedia Presentation Editor: Enabling Creation of Audio-Visual Stories on Mobile Devices*”, ACM CHI 2008 Proceedings, Florence, Italy, 2008
- [Kang, 2005] Kang, Seung-Seok, Mutka, Matt W., “*A mobile peer-to-peer approach for multimedia content sharing using 3G/WLAN dual mode channels*”, Wireless Communications and Mobile Computing, Volume 5 Issue 6, pp 633 – 645, August, 2005
- [Leggett *et al*, 2006] Leggett, R., Boer, W., Janousek, S. “*Foundation Flash Applications for Mobile Devices*”, Friendssoft, ISBN: 978-1-59059-558-9, 2006
- [Mani, 2007] Mani, Mehdi, Crespi, Noel “*Adopting IMS in WiFi Technology*”, Proceedings of the 4th Int. Conf. on Mobile Technology, Applications and Systems, Singapore, 2007
- [Mehta, 2008] Mehta. Nirav, “*Mobile Web Development*”, Packt Publishing, ISBN: ISBN 978-1-847193-43-8, 2008
- [Microsoft, 2009] Microsoft, “.NET Compact Framework”, consultado em Janeiro de 2009, disponível em .NET Compact Framework
- [Nielsen, 1993] Nielsen, J. “*Usability Engineering*”, Morgan Kaufman Publisher, Academic Press, 1993.
- [Pereira, 2004] Pereira, V., Sousa, T. and Mendes, P., Monteiro, E., “*Evaluation of Mobile Communications: From Voice Calls to Ubiquitous Multimedia Group Communications*”, in Proc. of the 2nd International Working Conference on Performance Modelling and Evaluation of Heterogeneous Networks, HET-NETs'04, Ilkley, West Yorkshire, U.K., July 2004
- [Pulli *et al*, 2005] Pulli K, Aarnio T, Roimela K, Vaarala J., “*Designing graphics programming interfaces for mobile devices*” IEEE Computer Graphics and Applications, 25(8), 2005.
- [Pulli *et al*, 2008] Pulli, Kari, *et al*, “*Mobile 3D Graphics with OpenGL ES and M3G*”, Elsevier, Morgan Kaufman, ISBN: 978-0-12-373727-4, 2008
- [Ribeiro, 2004] Ribeiro, Nuno Magalhães, “*Multimédia e Tecnologias Interactivas*”, FCA, ISBN 972-722-415-6 , 2004
- [Rice, 2007] Rice, D., “*OpenVG Specification Version 1.0.1*”, 2007
- [Rogge *et al*, 2004] B. Rogge, J. Bekaert, R. Van de Walle, “*Timing issues in Multimedia Formats: Review of the Principles and Comparison of Existing Formats*”, in IEEE

- Transaction on Multimedia, vol. 6, no. 6, December 2004
- [Shao *et al*, 2006] Shao B., Velázquez LM, Scaringella N., Singh, N., Mattavelli, M., “SMIL to MPEG-4 BIFS conversion”, Proceedings of the Second International Conference on Automated, IEEE, 2006
- [Siegemund *et al*, 2006] Frank Siegemund, Robert Sugar, Alain Gefflaut, Friedrich van Megen: “Porting the .NET Compact Framework to Symbian Phones”, in Journal of Object Technology, vol. 5, no. 3, April 2006
- [Sun, 2009] Sun Microsystems, “Java ME Technology”, consultado em Janeiro de 2009, disponível em <http://java.sun.com/javame/technology/index.jsp>
- [Symbian, 2007] Symbian, “Symbian OS v9.5 product sheet”, 2007, disponível em: <http://www.symbian.com/symbianos/releases/v95/productsheet.html>
- [Tajima *et al*, 2008] Tajima, K., Ohnishi, K., “Browsing Large HTML Tables on Small Screens”, Proceeding of ACM UIST’08, October 19–22, 2008, Monterey, California, USA.
- [TeliaSonera, 2003] TeliaSonera, “Packet Switched Streaming Service white paper”, TeliaSonera, 2003
- [W3C-SMIL, 2005] W3C, “Synchronized Multimedia Integration Language 2.1 Sepecification”, 13 Dezembro 2005, disponível em: <http://www.w3.org/TR/2005/REC-SMIL2-20051213/>
- [W3C-SVG, 2008] W3C-SVG, “Mobile SVG Profiles: SVG Tiny and SVG Basic”, 2003, disponível em: <http://www.w3.org/TR/SVGMobile>
- [W3C-XHTML, 2002] W3C, “the Extensible HyperText Markup Language”, Recommendation 26 January 2000, revised 1 August 2002, disponível em: <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>
- [WAF, 1999] Wireless Application Protocol Forum, “Wireless Application Protocol-Wireless Application Environment Specification, Version 1.1”, 1999
- [Wang *et al*, 200] Wang, Ye-Kui, Bouazizi, Imed, Hannuksela, Miska M., Curcio, D. D. Igor, “Mobile Video Applications and Standards”, ACM, Proceedings of the international workshop on Workshop on mobile video, Augsburg, Germany, 2007
- [Wang, 2006] Wang, Xin, “DRM Standard Activities”, Multimedia Security Technologies for Digital Rights Management, published by Wenjun Zeng, Academic Press, 2006, ISBN 10: 0-12-369476-0.
- [Winter, 2008] Winter, Holly.”Gartner Press Releases”, Gartner Inc., Press Release 28 Fevereiro de 2008, consultado a 19 de Julho de 2008, disponível em: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=612207>
- [Yoshimura, 2002] Yoshimura, T, Yonemoto Y, Ohya T, “Mobile Streaming Media CDN Enabled by Dynamic SMIL”, ACM WWW2002, Honolulu, Hawaii, USA, May 7-11, 2002