



**António Germano  
Paiva Videira**

**Difusão e Multicast em UMTS**





**Universidade de Aveiro** Departamento de Electrónica e Telecomunicações  
2008

**António Germano  
Paiva Videira**

## **Difusão e Multicast em UMTS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Electrónica e Telecomunicações, realizada sob a orientação científica do Doutor Francisco Fontes, Professor do Departamento de Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro e com a colaboração do Eng. Filipe Cabral Pinto da PT Inovação.



Dedico este trabalho à Magui, à Ana e aos meus pais.



## **o júri**

Presidente

**Doutor Rui Valadas**

Professor associado com agregação da Universidade de Aveiro

Vogais

**Doutor Francisco Fontes**

Professor auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro

**Doutora Marília Curado**

Professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra





## **agradecimentos**

Muitas foram as pessoas que contribuíram de alguma forma para a elaboração deste trabalho. A todas elas o meu muito obrigado.

Este trabalho não seria possível sem o apoio da Portugal Telecom Inovação nas pessoas dos Engenheiros Pedro salvado, Paulo Nordeste e Marcelino Pousa que apoiaram e incentivaram este Mestrado. Devo realçar também o apoio prestado pelos Engenheiros: João Gonçalves, Hugo Cabral, João Ricardo Silva, Helder Biscaia, Carlos parada e José António. Queria também deixar um agradecimento aos meus colegas do projecto Europeu C-Mobile.

Um agradecimento especial ao meu orientador Doutor. Francisco Fontes e ao Eng. Filipe Cabral Pinto pelo apoio constante ao longo desta dissertação.



**palavras-chave**

UMTS,MBMS,MULTICAST

**resumo**

Desde os primórdios da existência humana que existe a necessidade de comunicar. O ser humano desde então tem procurado meios de comunicação mais rápidos e eficientes. A eficácia da comunicação bem como a partilha de conteúdos quando vários clientes requerem a mesma informação no mesmo instante de tempo constituem o tema central deste trabalho, permitindo utilizar os recursos de rede dos operadores móveis de uma forma muito mais otimizada.

Actualmente as redes UMTS usam a transmissão em modo unicast que não é uma solução escalável para a distribuição de conteúdos em tempo real, distribuídos em massa, como é o caso da Mobile TV.

A release 6 da norma UMTS introduziu pela primeira vez capacidades de difusão e multicast nas redes móveis através do serviço MBMS. Com isto podemos ter aplicações que permitem às redes móveis disponibilizar serviços do tipo multicast e broadcast nos telemóveis que são considerados por muitos como as killer applications que há muito se procura, podendo contribuir para o aumento da receita por utilizador dos operadores.

Este trabalho começa com a apresentação do estado da arte das comunicações móveis seguido da apresentação de uma plataforma de distribuição de conteúdos que vai ser evoluída na sua arquitectura e funcionalidades.

O principal objectivo é a especificação de um BM-SC e fazer um estudo aprofundado do MBMS.

Com vista à validação e avaliação dos conhecimentos foi contruido um demonstrador com especial enfoque para o protocolo entre o BM-SC e os distribuidores de conteúdos.

No final, como conclusão, são apontadas as direcções possíveis para a evolução do BM-SC.



**keywords**

UMTS,MBMS,MULTICAST

**abstract**

Right from the beginnings of human existence, there has always been a human need to communicate. Since then, humans have found the means of communicating more directly and efficiently. Nowadays, clients also make much better use of the resources at their disposal by being able to share the same information at the same time and this is the focus of this research project. At the moment, UMTS networks transmit via the Unicast mode which is not a viable solution to send contents in real time, as is the case with Mobile TV.

For the first time, the UMTS release 6 makes it possible to broadcast and multicast in mobile networks through the MBMS service. MBMS provides us with an application that allows mobile networks to get multicast services via their mobile phones. Many consider these to be the so-called 'killer applications' that have been long awaited because they are able to increase the operator's average revenue per user.

This work begins with a presentation of state-of-the-art mobile telecommunications followed by a brief introduction to a platform of content distribution which is going to be further developed and enhanced both in terms of its structure and its functions.

The main objective of this work is first to specify and then build a BM-SC and then to carry out some more profound research into MBMS.

With the aim of validating and evaluating this knowledge, a demonstration model has been built in order to highlight the specifications of the BM-SC and the content distributors.

At the end and to conclude this study, we will provide some pointers to show how we believe the BM-SC will develop and in which directions it will progress.



# Índice

<b>1. Introdução</b> .....	<b>21</b>
1.1 Objectivos .....	22
1.2 Descrição sumária .....	23
<b>2. Estado da arte</b> .....	<b>25</b>
2.1 Modelos de Comunicação.....	25
2.1.1 Unicast.....	26
2.1.2 Broadcast.....	26
2.1.3 Multicast.....	27
2.2 Multicast IP .....	28
2.3 Redes de Acesso para Broadcast e Multicast .....	30
2.4 Plataforma de Distribuição de conteúdos Unicast .....	32
2.4.1 Arquitectura .....	32
2.4.2 Core Plane .....	33
2.4.3 Discovery Plane .....	33
2.4.4 Delivery Plane.....	33
2.4.5 Principais Funcionalidades .....	34
2.5 Open Mobile Alliance.....	34
2.5.1 Service enablers .....	34
2.5.2 OMA Digital Right Management .....	37
2.6 Resumo .....	39
<b>3. Trabalho desenvolvido para a construção de um BM-SC</b> .....	<b>41</b>
3.1 UMTS.....	41
3.2 MBMS.....	42
3.3 Especificação de um BM-SC.....	46
3.4 Aplicação MBMS para as Unidades Móveis.....	52
3.5 Resumo .....	54
<b>4. Validação e Experimentação</b> .....	<b>55</b>
4.1 Cenários .....	55

4.1.1	Funcionamento dos serviços .....	56
4.2	Arquitectura do protótipo .....	59
4.2.1	Blocos funcionais.....	59
4.2.2	Topologia.....	60
4.2.3	Aplicações e ferramentas.....	61
4.3	Testes e Validação .....	61
4.4	Análise de resultados.....	69
4.5	Resumo .....	70
5.	<b>Conclusões .....</b>	<b>71</b>
5.1	Trabalho Futuro .....	72
	<b>Referências.....</b>	<b>75</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>77</b>
A.	UMTS .....	77
B.	MBMS .....	79
C.	BM-SC .....	83
D.	Projecto C-Mobile .....	96
E.	Projecto DiNO .....	97
F.	DIAMETER .....	110
G.	SIP .....	113
H.	IMS .....	114
I.	Publicação de um conteúdo no BM-SC .....	115
J.	Mensagem Multicast Leave.....	116
K.	Implementação do BM-SC em Java .....	117
L.	Ideia apresentada ao Concurso da PT Inovação.....	119
M.	Artigo publicado na revista Saber & Fazer Telecomunicações .....	120
N.	Artigo para a edição 2008 da revista Saber & Fazer Telecomunicações...	120



## Lista de figuras

Figura 1-1 Enquadramento do trabalho .....	22
Figura 2-1 Modelo unicast nas redes UMTS.....	26
Figura 2-2 Modelo broadcast .....	27
Figura 2-3 Modelo multicast .....	27
Figura 2-4 Comunicações IP .....	29
Figura 2-5 Fases do MBMS onde é utilizado o protocolo IGMP .....	30
Figura 2-6 Tecnologias para broadcast e multicast [8].....	30
Figura 2-7 Comparação tecnologias broadcast e multicast [9] .....	31
Figura 2-8 Arquitectura da plataforma DiNO .....	32
Figura 2-9 OMA service enabler .....	35
Figura 2-10 Service enablers para o serviço Mobile TV e Interactive Mobile TV .....	35
Figura 2-11 Modelo OSE da OMA.....	36
Figura 2-12 Modelo OMA BCAST.....	37
Figura 3-1 Releases do UMTS .....	42
Figura 3-2 UMTS 3GPP Release 6 .....	43
Figura 3-3 Fases do modo difusão.....	44
Figura 3-4 Fases do modo multicast.....	44
Figura 3-5 Estrutura funcional do BM-SC .....	47
Figura 3-6 3GPP arquitectura MBMS.....	48
Figura 3-7 Arquitectura DiNO com MBMS .....	49
Figura 3-8 Modelos de dados para suportar MBMS.....	49
Figura 3-9 Componentes do BM-SC.....	51
Figura 3-10 Arquitectura do BM-SC.....	51
Figura 3-11 Listagem dos serviços .....	53
Figura 3-12 Fluxo da aplicação MBMS do cliente.....	53
Figura 3-13 Visualização em modo streaming.....	54
Figura 3-14 Listagem dos ficheiros armazenados.....	54
Figura 4-1 Serviço <i>Interactive Mobile TV</i> .....	56
Figura 4-2 Serviço <i>Content Cast</i> .....	56
Figura 4-3 Mensagens do serviço Mobile TV.....	57
Figura 4-4 Mensagens do serviço Content Cast .....	58
Figura 4-5 Arquitectura com os blocos funcionais [20].....	60
Figura 4-6 Topologia de rede do demonstrador .....	60
Figura 4-7 Fluxos implementados .....	61
Figura 4-8 Conteúdo do ficheiro ZIP.....	62
Figura 4-9 Processamento dos pedidos.....	62
Figura 4-10 Resultado do processamento de pedidos .....	63
Figura 4-11 Envio da mensagem IGMP <i>Join</i> .....	63
Figura 4-12 Captura da mensagem IGMP <i>Join</i> .....	63
Figura 4-13 Interface GMB .....	64
Figura 4-14 Sinalização GMB .....	65
Figura 4-15 Stack Diameter do BM-SC.....	65
Figura 4-16 Stack Diameter no GGSN.....	65
Figura 4-17 Envio de um AA-Request .....	66
Figura 4-18 recepção de um AA-Answer .....	66
Figura 4-19 Recepção de um AA-Request .....	66
Figura 4-20 Envio de um AA-Answer .....	67
Figura 4-21 Produção de conteúdos com o Helix Producer .....	68
Figura 4-22 Recepção de conteúdos com o Real Player.....	68
Figura 4-23 Recepção de conteúdos com o cliente Flute.....	69

Figura 4-24 Envio de conteúdos com o servidor Flute.....	69
Figura 5-1 BM-SC envolvido numa rede IMS .....	72
Figura 5-2 BM-SC distribuído pelos componentes da rede IMS.....	73
Figura 8-1 Arquitectura do UMTS .....	77
Figura 8-2 Canais UMTS da UTRAN .....	80
Figura 8-2 Modo Broadcast do MBMS .....	81
Figura 8-3 Modo Multicast do MBMS .....	81
Figura 8-4 Interactividade .....	84
Figura 8-5 Schema da Interactividade.....	84
Figura 8-6 Interacção entre os Service Enablers .....	86
Figura 8-7 Utilização dos Service Enablers.....	87
Figura 8-8 Interface entre o BM-SC e os Content Providers .....	88
Figura 8-9 Comunicação entre o BM-SC e os Servidores de Conteúdos .....	88
Figura 8-10 Aprovisionamento de um conteúdo .....	90
Figura 8-11 Edição de um conteúdo .....	90
Figura 8-12 Listagem de conteúdos .....	91
Figura 8-13 Schema do protocol com os Content Providers.....	92
Figura 8-14 Sinalização MBMS .....	94
Figura 8-15 Arquitectura base do C-Mobile.....	96
Figura 8-16 Camadas do projecto C-Mobile.....	97
Figura 8-17 Arquitectura funcional simplificada da plataforma DiNO .....	98
Figura 8-18 Exemplos de interfaces Web para administração.....	107
Figura 8-19 Exemplos de interfaces Web para fornecedores de conteúdos .....	108
Figura 8-20 Exemplo de um relatório operacional.....	109
Figura 8-21 Exemplo de um relatório de estatísticas.....	110
Figura 8-22 Utilização do protocolo Diameter .....	111
Figura 8-23 Stack Diameter .....	111
Figura 8-24 Utilização do protocolo SIP .....	114
Figura 8-25 Utilização da arquitectura IMS.....	114
Figura 8-26 Conteúdo do ficheiro ZIP .....	115
Figura 8-27 Resultado da publicação .....	116
Figura 8-28 Envio de um IGMP Leave .....	117
Figura 8-29 Captura de um IGMP Leave .....	117
Figura 8-30 framework JBoss .....	117
Figura 8-31 Estrutura do Eclipse .....	118

# *Lista de Tabelas*

Tabela 1 Protocolo com os Content Providers .....	93
---	----



# *Glossário*

3GPP	<b><i>3<sup>rd</sup> Generation Project Partnership</i></b>
AAA	<b><i>Authentication Authorization and Accounting</i></b>
AS	<b><i>Autonomous System</i></b>
BGMP	<b><i>Border Gateway Multicast Protocol</i></b>
BGP	<b><i>Border Gateway Protocol</i></b>
BS	<b><i>Base Station</i></b>
CPU	<b><i>Central Processing Unit</i></b>
DA	<b><i>Destination Address</i></b>
DHCP	<b><i>Dynamic Host Configuration Protocol</i></b>
DMB	<b><i>Digital Multimédia Broadcasting</i></b>
DRM	<b><i>Digital Right Managment</i></b>
DVB-T	<b><i>Digital Vídeo Broadcasting Terrestrial</i></b>
DoS	<b><i>Denial of Service</i></b>
FACH	<b><i>Forward Access Channel</i></b>
FEC	<b><i>Forward Error Correction</i></b>
HTTP	<b><i>Hypertext Transfer Protocol</i></b>
IEEE	<b><i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i></b>
IETF	<b><i>Internet Engineering Task Force</i></b>
IGMP	<b><i>Internet Group Management Protocol</i></b>
IP	<b><i>Internet Protocol</i></b>
IPoE	<b><i>IP over Ethernet</i></b>
IPTV	<b><i>Internet Protocol Television</i></b>
ISP	<b><i>Internet Service Provider</i></b>
LB	<b><i>Largura de Banda</i></b>
MAC	<b><i>Medium Access Control</i></b>
MBMS	<b><i>Multimedia Broadcast/Multicast Service</i></b>
MOT	<b><i>Multimédia Object transport</i></b>
NAS	<b><i>Network Access Server</i></b>
OFDM	<b><i>Ortogonal Frequency Division Multiplexing</i></b>
OSPF	<b><i>Open Shortest Path First</i></b>
PIM	<b><i>Protocol Independent Multicast</i></b>
PtP	<b><i>Point-to-Point</i></b>
PtM	<b><i>Point-to-Multipoint</i></b>
RADIUS	<b><i>Remote Authentication Dial In User Service</i></b>

RIP	<i>Routing Information Protocol</i>
RPF	<i>Reverse Path Forwarding</i>
SA	<i>Source Address</i>
SPT	<i>Shortest Path Tree</i>
SSM	<i>Source-Specific Multicast</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
USIM	<i>UMTS –Subscriber Identity Module</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

## *Notação Geral e Terminologia*

A notação utilizada ao longo desta dissertação segue a seguinte convenção:

Texto a negrito: Utilizado para realçar uma palavra ou expressão, por exemplo:

“[...] **Camada de Controlo** [...]”

Texto em itálico: Utilizado para palavras em língua estrangeira, por exemplo:

“[...] a melhoria do *throughput* [...]”

Letras maiúsculas: Utilizadas para referenciar acrónimos, por exemplo:

“[...] especificação do MBMS [...]”

Número entre chavetas: Utilizado para referenciar anexos, por exemplo:

“{7.25}”

Números entre parênteses rectos: Utilizados para referenciar bibliografia, por exemplo:

“[7]”

A Língua Portuguesa foi utilizada como base para esta dissertação, contudo o seu uso não é generalizado uma vez que para determinados termos técnicos em Inglês não existe um consenso para a sua tradução para Português. Optou-se, nos casos em que são mais conhecidos e usados, por manter determinados termos em Inglês.





# Capítulo 1

## *Introdução*

---

A comunicação sempre foi o ponto de união entre os povos e o meio indispensável à partilha do conhecimento e do seu espólio cultural.

Nos tempos modernos as redes de computadores foram criadas para que de uma forma rápida e eficiente as pessoas consigam comunicar entre si.

Desde o surgimento da Internet, em meados dos anos 60, através do departamento de defesa dos EUA, muita investigação foi feita com vista ao melhoramento das comunicações.

O aparecimento de novas aplicações que requerem muita largura de banda potenciou a investigação de novas tecnologias que permitiram que a comunicação de informação para um grupo de elementos fosse mais eficiente. *Multicast* é o termo técnico para esta tecnologia em que podemos ter a comunicação de um utilizador para um grupo de destinatários seleccionada, existindo uma partilha da informação e poupando recursos da rede.

Nas redes móveis, a *release 6* da norma UMTS introduziu pela primeira vez a capacidade de difusão e *multicast* potenciando o aparecimento de novos serviços. Estes serviços, dos quais se destaca o mobile TV, têm muitas vantagens, dadas as suas necessidades de transmissão.

Como potenciadores da investigação e base para o desenvolvimento temos o projecto C-Mobile<sup>1</sup> e a plataforma DiNO<sup>2</sup>. No Anexo {D} encontra-se uma breve explicação do projecto C-Mobile e no anexo {E} e no capítulo estado da arte, encontra-se explicada a plataforma DiNO.

A plataforma de entrega de conteúdos serve de base ao trabalho desenvolvido na dissertação, sendo aproveitadas muitas das suas funcionalidades. Por sua vez, o projecto

---

<sup>1</sup> Projecto Europeu financiado pelo IST - Information Societies Technology

<sup>2</sup> Plataforma de gestão de conteúdos desenvolvida pelo departamento de Serviços e Redes Móveis da PT Inovação

européu C-Mobile permitiu a aquisição de conhecimento na área de MBMS e IMS, servindo como catalisador para a investigação feita nesta dissertação.

Como se pode ver pela Figura 1-1, a estruturação da dissertação divide-se em estado da arte, trabalho desenvolvido e, por fim, a conclusão e o trabalho futuro.

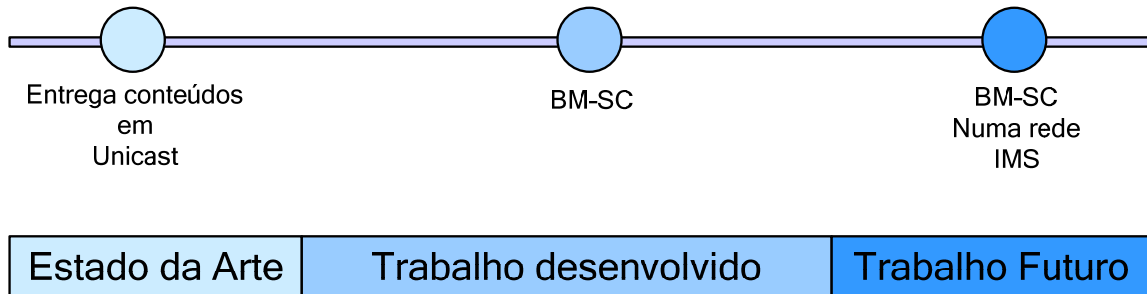


Figura 1-1 Enquadramento do trabalho

O estado da arte para além do enquadramento da tecnologia utilizada, explica a plataforma de gestão de conteúdos *unicast*. O trabalho desenvolvido centra-se no estudo do MBMS e na especificação do BM-SC<sup>3</sup> e por fim a conclusão e o capítulo denominado trabalho futuro apontam direcções para uma futura integração com a arquitectura IMS<sup>4</sup>.

Para a revista *Saber e Fazer Telecomunicações* da PT Inovação, revista que é já um referencial e que tem por finalidade a divulgação tecnológica interna ao Grupo PT, foi elaborado um artigo na edição 2007 e proposto outro para a edição de 2008 que abordam estas ideias e investigações. Em anexo encontram-se os resumos destes artigos {M} e {N}.

Com vista à continuidade deste trabalho, o autor está a coordenar a implementação técnica de um BM-SC na empresa PT Inovação.

Integrado no concurso anual de ideias para novos projectos da PT Inovação foi apresentada uma ideia para a construção de um BM-SC integrado no sistema IMS que recebeu o primeiro prémio do concurso.

## 1.1 Objectivos

Actualmente já existem plataformas de distribuição de conteúdos em modo *unicast*, enquanto que ao nível da distribuição em modo *multicast* ainda estamos praticamente só a nível da investigação.

O projecto europeu C-Mobile tem como principal objectivo desenvolver as tecnologias de *broadcast* e *multicast* em redes móveis para além do 3G, considerando uma rede convergente global com múltiplos canais de transporte de diferentes tecnologias. Estes objectivos não se concentram apenas na construção de um BM-SC mas também no

<sup>3</sup> BM-SC Broadcast Multicast Service Center, componente central do MBMS

<sup>4</sup> IP Multimedia Subsystem, arquitectura para a convergência e harmonização das redes IP

estudo do MBMS de uma forma mais abrangente e com vista à harmonização de tecnologias.

Os objectivos do C-Mobile estão focados na investigação e na tentativa de ir mais além do que as normas enquanto que os objectivos desta dissertação têm como base o estudo da *release 6* do UMTS.

Os principais objectivos desta dissertação são:

- Definir as bases para a construção de uma solução comercial de um BM-SC permitindo às redes móveis suportar serviços que funcionam em modo *broadcast* e *multicast*;
- Contribuir para alargar a base de conhecimento na área do MBMS no seio da PT Inovação que é complementada com a participação no projecto C-Mobile;
- Especificação dos *Service Enablers*<sup>5</sup> necessários para implementar as várias funcionalidades do BM-SC dando especial atenção à protecção dos conteúdos;
- Especificação de um protocolo para transmitir a informação de interactividade directamente para o BM-SC ou para os servidores de conteúdos servindo o BM-SC de proxy. Desta forma será possível suportar serviços interactivos que necessitem de feedback dos utilizadores;
- Especificação e implementação do interface com os servidores de conteúdos e estudado o interface com o GGSN;
- Especificar uma aplicação MBMS para os terminais móveis;
- Especificar e implementar um protótipo para a avaliação e validação dos conhecimentos com especial enfoque na implementação do protocolo entre o BM-SC e os distribuidores de conteúdos.

## 1.2 *Descrição sumária*

Para facilitar a leitura e a compreensão dos conceitos aqui apresentados eles são descritos de uma mais sucinta e nos anexos encontra-se uma explicação mais detalhada. Desta forma pretende-se que seja apresentado o essencial para a compreensão dos conceitos e reserva-se, sempre que se aplique, para os anexos uma leitura mais aprofundada.

A dissertação está estruturada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo pretende fazer uma breve introdução ao trabalho realizado, explicando os objectivos e fazendo um enquadramento do trabalho que vai ser realizado.

O estado da arte do UMTS, das tecnologias de transmissão e de alguma normalização utilizada são apresentados no segundo capítulo.

---

<sup>5</sup> Componentes reutilizáveis de software

O estudo do MBMS e a especificação do BM-SC, a implementação do protocolo com os fornecedores de conteúdos e a especificação de uma aplicação para os terminais móveis encontra-se no terceiro capítulo.

O quarto capítulo é dedicado à validação e experimentação do funcionamento do BM-SC. São apresentados dois serviços típicos de um cenário MBMS e é dado um especial enfoque à comunicação com os fornecedores de conteúdos.

Por fim, no quinto capítulo, são apresentadas algumas conclusões e apontadas direcções para uma possível evolução para o sistema IMS.

# Capítulo 2

## *Estado da arte*

---

Actualmente assiste-se a um crescimento do número de utilizadores de banda larga que tem contribuído para um aumento da disponibilização de conteúdos multimédia na Internet.

Neste capítulo pretende-se fazer um enquadramento das tecnologias que servem de base aos estudos e desenvolvimentos que foram realizados.

Este capítulo começa com o estudo dos modelos de comunicação existentes e descreve o IP *multicast*. As redes IP, dado a sua utilização quase universal, chegam ao terminal do utilizador e estão presentes na camada de transporte de muitas redes de acesso.

Seguidamente é feito um apanhado das redes de acesso existentes, nomeadamente a rede UMTS e o seu modo MBMS que permite o funcionamento do *broadcast* e do *multicast*.

No terceiro capítulo (trabalho desenvolvido) vai ser especificado um BM-SC tendo como ponto de partida uma plataforma de distribuição de conteúdos *unicast* que se encontra aqui descrita.

Por fim são vistos os standards da OMA relevantes para este trabalho nomeadamente os utilizados na especificação do BM-SC e na protecção dos conteúdos.

### **2.1 Modelos de Comunicação**

Em relação aos modelos de comunicação basicamente existem três modelos possíveis que devem ser utilizadas em função do tipo de aplicação e das necessidades que os utilizadores possam ter em comum.

### 2.1.1 Unicast

Este modelo é o mais utilizado. Permite estabelecer ligações do tipo um para um entre o detentor dos conteúdos e cada um dos destinatários da informação. Este modelo permite enviar separadamente a informação utilizando ligações distintas.

Existem aplicações ditas tradicionais, tais como a utilização de um *browser* ou o acesso ao *e-mail*, que assentam neste modelo.

Para clientes em que os conteúdos recebidos sejam muito específicos e só a eles digam respeito a comunicação *unicast* é o modelo mais adequado.

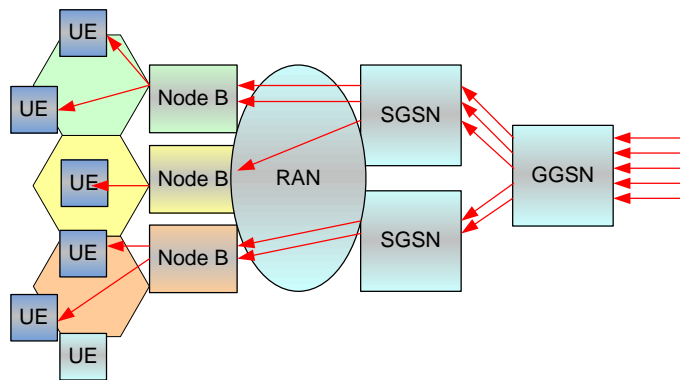


Figura 2-1 Modelo unicast nas redes UMTS

Como se pode ver na Figura 2-1 é estabelecida uma ligação para cada um dos terminais móveis.

Por outro lado para aplicações em que vários clientes necessitam da mesma informação no mesmo instante de tempo este modelo não é o mais adequado.

Ao contrário deste modelo, nos dois modelos seguintes é possível uma partilha de recursos.

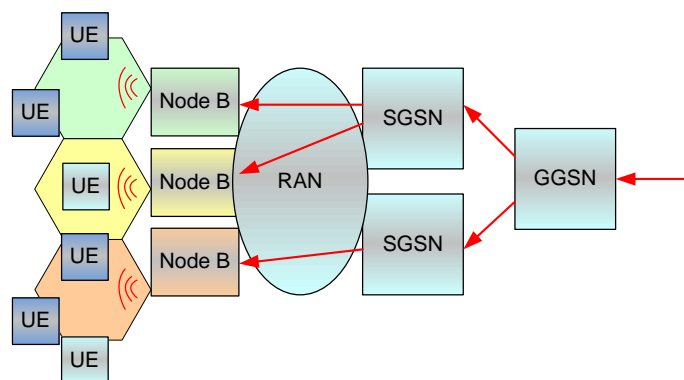
### 2.1.2 Broadcast

Este modelo permite a recepção dos conteúdos agindo apenas sobre o telemóvel (activando ou desactivando) sem a necessidade de interacção com a rede.

Um exemplo típico de comunicação *broadcast* é o televisor, onde os utilizadores apenas têm de sintonizar os conteúdos que estão a ser transmitidos.

Este modelo não é muito eficiente porque é enviada a informação para todos os utilizadores mesmo que eles não estejam interessados em receber os conteúdos.

Dependendo do modelo de negócio os clientes podem ter de subscrever previamente os conteúdos.



**Figura 2-2 Modelo broadcast**

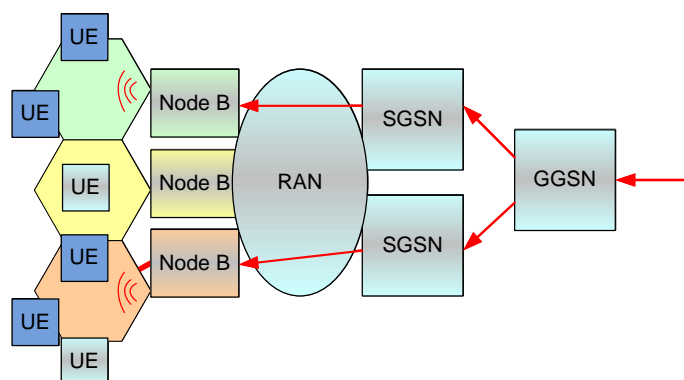
Como se pode ver na Figura 2-2 é enviada informação mesmo para as células onde não existem destinatários<sup>6</sup> interessados em receber a informação.

### 2.1.3 Multicast

Este modelo é parecido com o *broadcast* mas exige que o destinatário se registre e o conteúdo apenas é enviado para os utilizadores que subscrevem o serviço.

Para que quem envia saiba quem está interessado em receber a informação é necessária uma interacção prévia com a rede para a subscrição do conteúdo.

Este modelo é bastante mais eficiente que o *broadcast* pois a informação só é difundida nas células em que existem utilizadores interessados em receber a informação, como se pode ver na Figura 2-3.



**Figura 2-3 Modelo multicast**

O *broadcast* juntamente com o *multicast* têm a vantagem de ser escaláveis e potenciarem uma poupança de recurso de rede associados à transmissão dos conteúdos. Estes

<sup>6</sup> Os utilizadores interessados em receber a informação estão representados com um azul mais escuro

modelos são adequados para distribuir conteúdos em massa para aplicações do tipo Mobile TV.

## 2.2 *Multicast IP*

Anteriormente, nos modelos de comunicação, já foi explicado o conceito de *multicast* de uma forma genérica. Nesta secção este conceito é abordado no contexto das redes IP. Nesta dissertação optou-se por utilizar o IPv4 na validação e avaliação de conhecimentos devido a isso ser a também a escolha inicial do projecto Europeu C-Mobile e também por ser a versão utilizada nos projectos desta área na empresa PT Inovação.

Não se pretende nesta secção fazer uma análise exaustiva do *multicast* em IP, mas sim abordar os seus principais conceitos e de que forma é utilizada no trabalho aqui realizado.

O IP *multicast* é a transmissão de um datagrama IP (pacote) para um grupo de máquinas que estão identificadas por um só endereço IP de destino. O datagrama é distribuído para todos os membros desse grupo e na mesma lógica do *best-efford* em que assenta a rede IP, não há garantia que chegue a todos os elementos do grupo sem sofrer alterações ou que a sua ordem será mantida em relação aos outros datagramas.

O número de elementos de um grupo pode ser dinâmico, dado que as máquinas podem juntar-se ou abandonar um determinado grupo em qualquer instante.

O *multicast* tem duas grandes vantagens:

- A capacidade de transmitir para um grupo de máquinas cujos endereços não são conhecidos pelo emissor e cujo número de elementos pode variar ao longo do tempo;
- Poder enviar pacotes para um grupo de máquinas sem ser necessário enviar vários pacotes com a mesma informação para a rede, permitindo assim uma poupança de recursos.

Na aplicação do *multicast* IP ao MBMS, como se pode ver na Figura 2-4, os terminais móveis podem ser vistos como máquinas ligadas ao router *multicast*. Do ponto de vista da rede IP a rede de acesso UMTS é transparente e tem por finalidade assegurar no nível físico e lógico o funcionamento do *multicast*. No fundo, fazendo uma analogia com as redes Ethernet, é como se os terminais móveis estivessem todos ligados na mesma rede ligado ao GGSN.



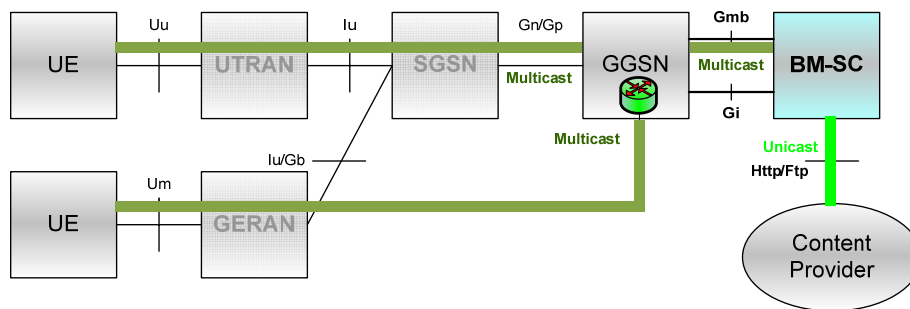


Figura 2-4 Comunicações IP

Ao nível local no MBMS, do UE até ao GGSN, os receptores utilizam o protocolo IGMP [10] ou MLD para aderir e sair de grupos *multicast*. Para propagar a informação de encaminhamento os routers podem utilizar vários protocolos, sendo o mais utilizado o PIM-SM<sup>7</sup> [11].

Os grupos *multicast* são utilizados pelo GGSN para os grupos MBMS de distribuição de conteúdos. No *multicast* IP os grupos são dinâmicos, sendo que qualquer receptor pode em qualquer altura aderir ou sair de um grupo. No MBMS as aplicações dos utilizadores para iniciarem uma sessão usam o *Join* para iniciarem o registo na sessão e o *Leave* para abandonarem a sessão. Estas mensagens são o *membership report* e o *leave group* que pertence ao protocolo IGMP.

Em termos de modelo de serviço no *multicast* IP existem dois, o ASM e o SSM. No ASM (*Any-Source Multicast*) os grupos são representados por endereços IPv4 classe D<sup>8</sup> e cada grupo pode ter mais do que uma fonte. No SSM (*Source-specific Multicast*) cada grupo é identificado pelo endereço IPv4 classe D e também pelo endereço IPv4 *unicast* da fonte que lhe está associada (temos neste caso uma fonte por grupo). No MBMS como o controlo das fontes que transmitem informação é garantido pelo BM-SC não é necessário identificar as fontes que podem enviar conteúdos.

A Figura 2-5 mostra as várias fases do modo *multicast* do MBMS destacando aquelas onde é utilizado o protocolo IP.

<sup>7</sup> Protocolo de encaminhamento entre routers multicast

<sup>8</sup> Dado que estamos a utilizar o protocolo IPv4

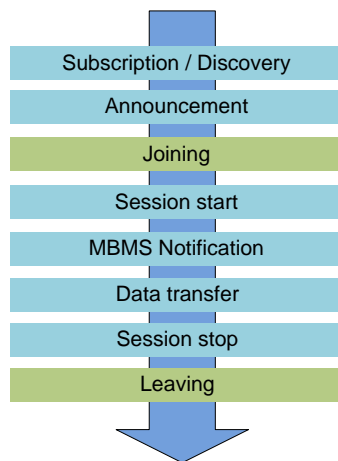


Figura 2-5 Fases do MBMS onde é utilizado o protocolo IGMP

### 2.3 Redes de Acesso para Broadcast e Multicast

Dos modos vistos na secção anterior para esta dissertação interessa particularmente o modelo *broadcast* e o *multicast*.

As redes móveis estão em constante evolução com vista a disponibilizarem serviços de *broadcast* e *multicast*. Essa evolução está a decorrer transversalmente a todas as tecnologias.

As tecnologias relevantes baseiam-se em diferentes princípios. Algumas estão mais vocacionadas para os telefones móveis, como é o caso do MBMS e outras estão mais viradas para a indústria tradicional de *broadcast*, como é o caso do DVB-H.

Praticamente todas estas tecnologias fornecem a possibilidade de transferir vários tipos de dados incluindo os mais comuns como é o caso do áudio e do vídeo.

Na Figura 2-6 temos um apanhado de várias tecnologias para as redes de acesso, onde se destaca o UMTS e o MBMS.

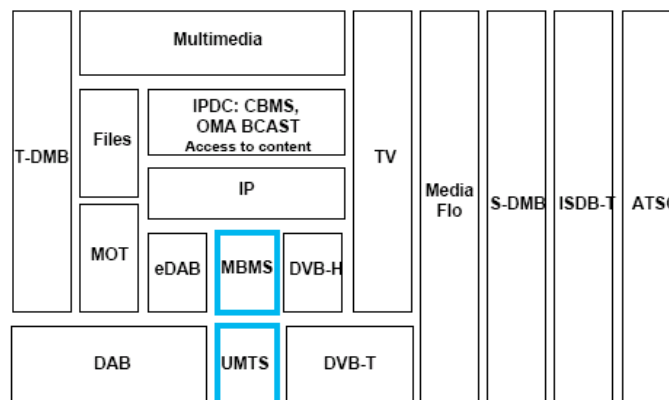


Figura 2-6 Tecnologias para broadcast e multicast [8]

As aplicações multimédia baseadas em Digital Audio Broadcasting (DAB) foram desenvolvidas para transferir áudio utilizando codecs muito semelhantes ao MPEG2, utilizando por sua vez o protocolo Multimedia Object Transport (MOT) para a transferência de ficheiros multimédia.

A tecnologia Digital Multimedia Broadcasting (DMB) também é baseada na extensão da tecnologia DAB, foi desenvolvida na Coreia do Sul e é utilizada para transmitir informação por via terrestre utilizando o T-DMB e via satélite para os telemóveis utilizando o S-DMB.

No *Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T)*, dado a excessiva quantidade de espectro disponível, as operadoras de difusão estão a fomentar o avanço do DVB-H com vista à introdução do serviço de televisão disponível nas redes móveis.

Outra tecnologia que foi criada pela Qualcomm é o ISDB-T ou MediaFlo. Esta tecnologia funciona em sobreposição com as redes móveis utilizando para isso transmissões com uma elevada potência e uma banda de frequências diferentes. O médiaFlo utiliza tecnologia *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)* na interface rádio. É uma solução completa e desenhada com vista à distribuição em massa de conteúdos multimédia de uma forma eficiente para utilizadores móveis.

A tecnologia que é alvo de estudo aprofundado nesta dissertação surgiu no final de 2004 altura em que o 3GPP inclui na *release 6* do UMTS o serviço MBMS. Com isso o UMTS passou a ter a possibilidade de ter serviços de *broadcast* e *multicast* disponíveis a um número ilimitado de utilizadores dentro de uma mesma célula sem atingir a saturação. O MBMS tem como base o *multicast* IP para os serviços e funciona tanto na GSM Radio Access (UTRAN) como na UMTS radio Access (UTRAN).

Com o MBMS surgiu um novo componente que é o BM-SC, que vai ser alvo de um estudo detalhado nesta dissertação. Este componente faz a ligação com os servidores de conteúdos através de uma interface que não se encontra ainda normalizada.

Na Figura 2-7 encontra-se uma comparação entre estas tecnologias.

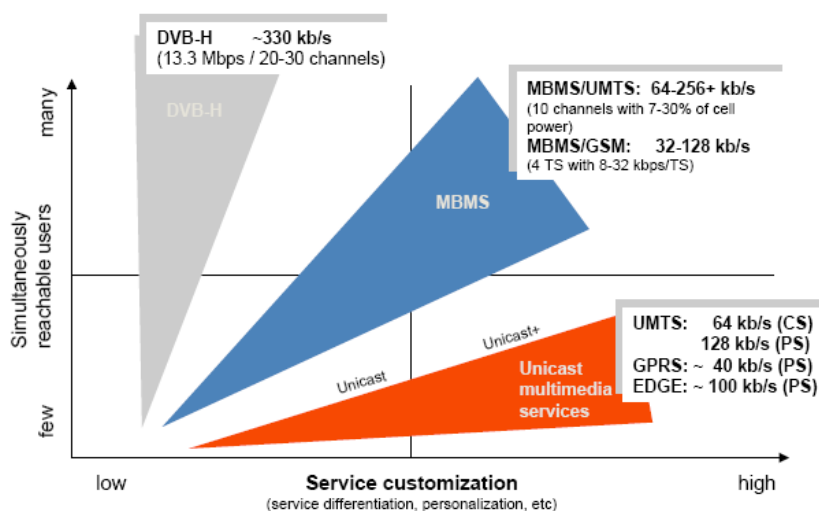


Figura 2-7 Comparação tecnologias broadcast e multicast [9]

Como se pode ver existem várias tecnologias que permitem a transmissão de conteúdos em *broadcast* e *multicast*. O MBMS é a forma mais eficiente para transmitir conteúdos para muitos destinatários e resulta de um melhoramento às actuais infra-estruturas de rede 2G e 3G.

As outras tecnologias aqui descritas, tais como o DVB-H ou o DMB baseiam-se em redes independentes necessitando de elevados investimentos para ter uma cobertura comparada com a actual rede 2G e 3G.

Como o MBMS é baseado nas redes já existentes permite que muitos dos serviços sejam utilizados desde já, sem recorrer a uma nova infra-estrutura.

## 2.4 Plataforma de Distribuição de conteúdos Unicast

Como ponto de partida para a construção do *BM-SC* foi utilizada uma plataforma de distribuição de conteúdos *unicast* desenvolvida pela empresa PT Inovação [12].

O *DiNO* é uma plataforma de gestão e distribuição de conteúdos que se encontra, actualmente, acessível a mais de 50 milhões de utilizadores. É uma plataforma dirigida a operadores móveis ou a qualquer outra área cujos objectivos sejam a efectiva gestão e distribuição de conteúdos.

Esta solução possibilita aos utilizadores o rápido e fácil acesso a um vasto número de conteúdos e aplicações.

A entrega de conteúdos é do tipo *unicast*, sendo feita ponto a ponto para cada utilizador.

### 2.4.1 Arquitectura

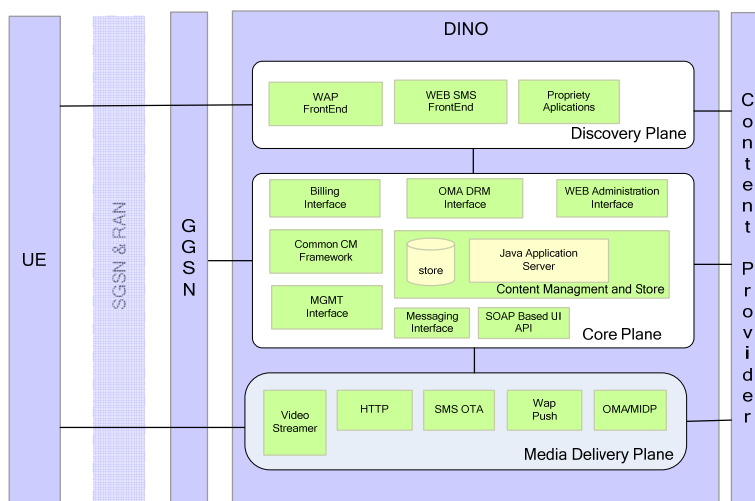


Figura 2-8 Arquitectura da plataforma DiNO

A arquitectura do *DiNO* é redundante e escalável possibilitando ao operador um serviço efectivo no fornecimento de conteúdos permitindo a ligação com a maioria das interfaces dos sistemas externos facilitando a integração com a rede do operador.

#### **2.4.2 Core Plane**

O *DiNO* Core é composto por servidores aplicativos *openSource* concebidos para assegurar níveis elevados de utilização. Este componente tem várias interfaces com sistemas externos, destacando-se a interface com os servidores de conteúdos que permite obter os conteúdos para posteriormente serem distribuídos. Este componente faz ainda a gestão e armazenamento dos conteúdos.

#### **2.4.3 Discovery Plane**

Uma das principais funcionalidades do *DiNO* é o mecanismo de *discovery*. A plataforma contém um inventário de terminais e respectivas características (RDF) de forma a enviar os conteúdos mais adequados e compatíveis com os mesmos. São suportados dados nos formatos WML1.1, XHTML Mobile Profile, HTML ou XML, Existem mecanismos que permitem a exportação do catálogo permitindo que este processo de *discovery* seja intermediado por outros meios de divulgação.

#### **2.4.4 Delivery Plane**

O *delivery* permite que o cliente receba o conteúdo pretendido compatível com o seu telemóvel e que seja transferido por um protocolo que o terminal reconheça.

A plataforma suporta os principais métodos e protocolos usados para a entrega de conteúdos. Os conteúdos são disponibilizados através dos seguintes mecanismos:

- OMA Download;
- HTTP Download;
- SMS,MMS;
- WAP Push initiated;
- Streaming.

## 2.4.5 Principais Funcionalidades

O DiNO foi concebido para otimizar a gestão e o armazenamento de conteúdos disponíveis para download ou entrega directa aos clientes. A plataforma permite gerir os seguintes tipos de conteúdos:

- Imagens;
- Toques monofónicos, polifónicos e reais;
- Clips de áudio, incluindo músicas completas, mp3 e outros formatos;
- Vídeo clips;
- Conteúdos áudio e vídeo via RTSP streaming;
- Java, Symbian, jogos Smartphone.

A disponibilização de conteúdos em streaming implica a utilização de plataformas dedicadas capazes de fornecer um leque alargado de formatos aos terminais móveis:

- Sons e clips de áudio;
- Vídeo clips.

Esta plataforma não possui mecanismos de interactividade entre os seus clientes. A interface com os fornecedores de conteúdos é baseada na importação de ficheiros com os conteúdos e respectiva descrição e possui uma interface *WEB* de configuração.

Neste momento encontra-se em funcionamento nos dois maiores operadores móveis de Portugal e do Brasil.

No anexo {E} encontra-se uma análise mais aprofundada desta plataforma.

## 2.5 Open Mobile Alliance

A Open Mobile Alliance (OMA) foi formada em Junho de 2002 sendo a primeira organização a desenvolver normalização para as redes móveis. O consórcio tem mais de 300 participantes da área das telecomunicações. Nesta dissertação são utilizados alguma normalização OMA que vamos ver de seguida.

### 2.5.1 Service enablers

Um dos métodos de desenvolvimento de aplicações é seguir uma abordagem vertical em que o sistema é visto como um todo. Os vários componentes que são necessários ao seu funcionamento apesar de isolados e com interfaces bem definidas são desenvolvidos a pensar exclusivamente numa dada aplicação.

Outra abordagem é a chamada abordagem horizontal em que se desenvolvem módulos independentes das aplicações com funcionalidades e interfaces bem definidas que depois vão ser utilizados pelas aplicações. Esses componentes são chamados de *Service Enablers*.

Segundo a OMA um *Service Enabler* é uma combinação de funções baseadas em componentes para desempenhar uma função bem definida e que pode ser reutilizada. Segundo esta visão os componentes são utilizados para separar a parte lógica dentro das funções.

A Figura 2-9 ilustra o funcionamento dos *Service Enablers* numa perspectiva da OMA.

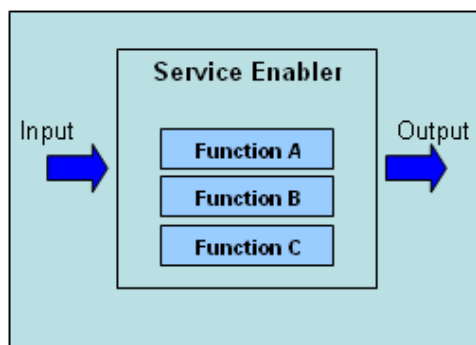


Figura 2-9 OMA service enabler

Para a construção do BM-SC foi necessário identificar os Service Enablers para implementar as funções necessárias ao funcionamento do BM-SC.

Na Figura 2-10 podemos ver um exemplo com os Service Enablers necessários para os serviços *Mobile TV* e para o *Interactive Mobile TV*.

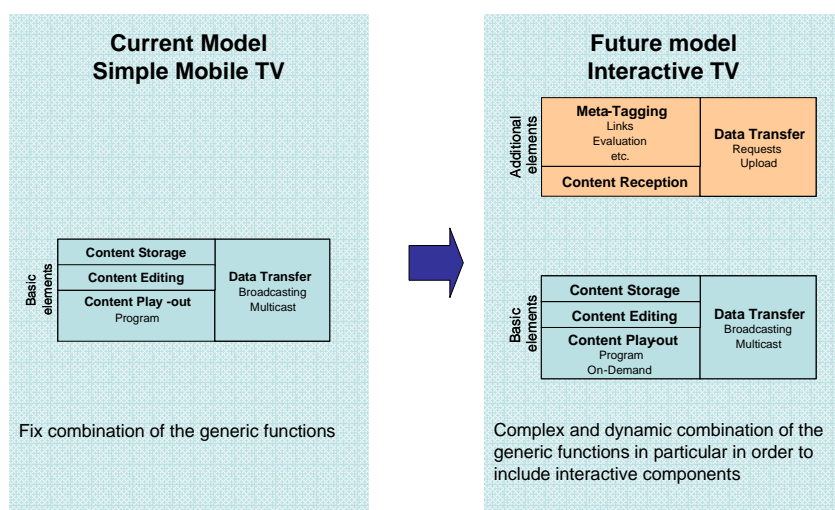


Figura 2-10 Service enablers para o serviço Mobile TV e Interactive Mobile TV [29]

Como se pode ver pela Figura 2-11 dependendo do serviço, os *Service Enablers* necessários são diferentes.

O consórcio OMA identificou e definiu algumas funções essenciais acerca do contexto MBMS. O OMA OSE (OMA Service Environment) é um modelo que descreve os vários *Service Enablers*, a sua decomposição em componentes e a interacção entre eles.

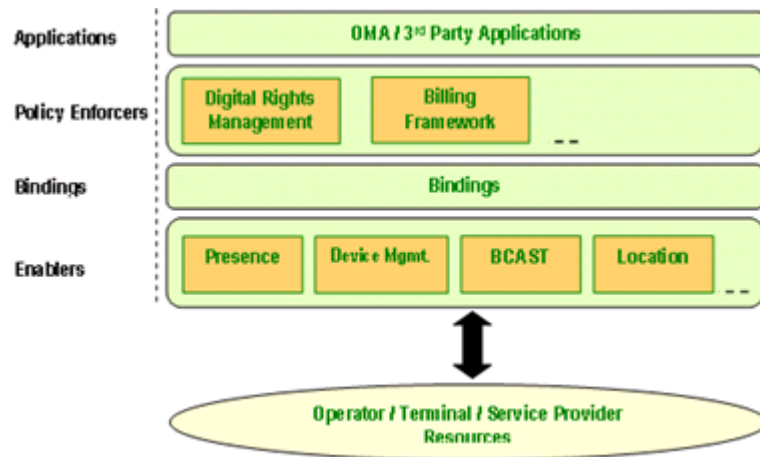


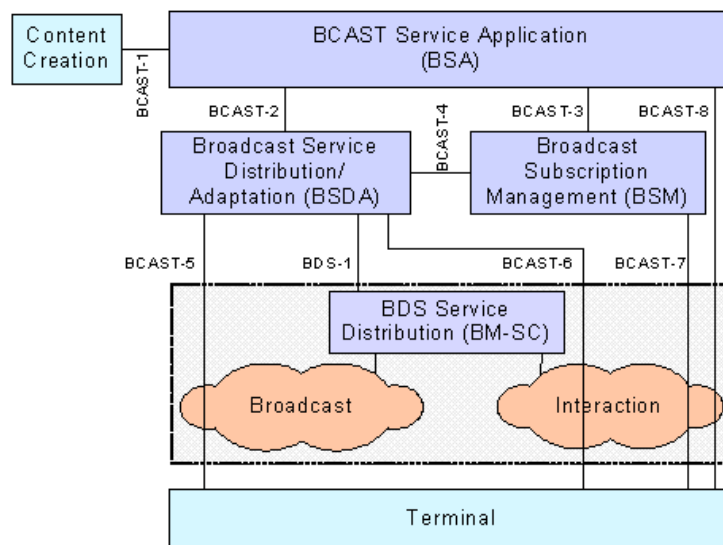
Figura 2-11 Modelo OSE da OMA

Os *Service Enablers* vão ser usados na especificação do BM-SC como sendo componentes que implementam funcionalidades para o sistema MBMS. A estrutura em camadas da Figura 2-11 foi utilizada na arquitectura do BM-SC, nomeadamente na separação entre as aplicações e os *Service Enabler*.

O consórcio OMA definiu ainda um modelo de implementação dos *Service Enablers* num cenário de *broadcast*. Esse modelo dá pelo nome de OMA Bcast.

O OMS Bcast define uma arquitectura em que os *Service Enablers* são especificados de uma forma genérica independentes da tecnologia de transmissão que vai permitir o broadcast.





**Figura 2-12 Modelo OMA BCAST**

Este modelo de arquitectura está orientado para a distribuição de conteúdos em modo broadcast e possui um canal para o tratamento da interactividade, potenciando assim a sua utilização em serviços que necessitem de um canal de retorno para obter informação do consumidor final.

No topo da arquitectura temos as aplicações com uma ligação aos fornecedores de conteúdos que se interligam aos componentes que permitem a criação, o aprovisionamento e a gestão de conteúdos.

O standard OMA Bcast como modelo de arquitectura também serviu de base para a definição da arquitectura do BM-SC.

## 2.5.2 OMA Digital Right Management

O standard OMA para o DRM não define nenhuma implementação em concreto para o sistema DRM, mas sim uma especificação dos conceitos necessários à sua implementação [13].

A primeira versão a surgir foi a 1.0. Esta versão tem várias limitações e apenas é utilizada para conteúdos ditos de baixo custo dado não ter ainda mecanismos que permitam garantir elevada segurança na protecção dos conteúdos. Praticamente só é usada para conteúdos do tipo *ring tones* ou *walpapers*.

Dadas estas limitações surgiu a versão 2.0 que já especifica mais mecanismos de protecção permitindo a sua utilização em qualquer tipo de conteúdos. Muitos fabricantes de telemóveis já implementam nos seus terminais esta versão. A protecção de conteúdos que é implementada no BM-SC está de acordo com a versão 2.0.

A versão 2.0 está definida tendo em conta os seguintes conceitos:

- **Mecanismos de entrega**, onde são especificadas várias formas para entregar os conteúdos;
- **Permissões**, onde são especificadas as várias acções possíveis que podem ser realizadas nos conteúdos;
- **Restrições**, onde são especificadas as restrições associadas às permissões.

São suportados os seguintes mecanismos de entrega de conteúdos:

- **Forward-lock**: Este mecanismo é bastante simples e consiste na entrega do conteúdo sem nenhum tipo de cifragem em que a protecção existente é a de não ser possível enviar o conteúdo para outro terminal móvel;
- **Combined delivery**: Neste mecanismo já é enviado o conteúdo e uma licença de utilização. O terminal móvel permite o acesso ao conteúdo de acordo com a licença recebida;
- **Separated delivery**: Neste mecanismo o conteúdo e a licença de utilização são enviados separadamente e o conteúdo é cifrado antes de ser entregue e a chave da cifra está incluída na licença de utilização. Tal como no mecanismo anterior a licença contém os direitos de utilização. Este é o mecanismo de entrega mais seguro dado que nem que o utilizador consiga enviar o conteúdo para outros terminais ele está cifrado não podendo desta forma ser utilizado.

São suportadas as seguintes permissões:

- **Play**, que permite visualizar um conteúdo áudio ou vídeo;
- **Display**, que permite visualizar um conteúdo, tipicamente uma imagem, no *display* do telemóvel;
- **Execute**, que permite executar um conteúdo. Aplica-se no caso dos jogos;
- **Print**, que permite imprimir o conteúdo. Aplica-se nas imagens.

São suportadas as seguintes restrições:

- **Export**, especifica se o conteúdo e a sua licença de utilização podem ser exportados para outro sistema DRM;
- **Count**, permite especificar o número de vezes que uma determinada permissão pode ser executada;
- **Timed-count**, permite definir um tempo de utilização após o qual passará a ser feita a contagem das permissões. Aplica-se no caso dos vídeos para definir que só é contabilizada a contagem do número de visualizações após os primeiros x segundos de visualização;

- **Datetime**, permite definir um intervalo temporal em que se pode aplicar as permissões a um dado conteúdo;
- **Interval**, permite definir um intervalo que tem de ocorrer entre dois acessos para se aplicar a permissão;
- **Accumulated**, permite definir um tempo máximo em que a permissão pode ser utilizada;
- **System**, permite definir no caso dos conteúdos áudio ou vídeo que tipo de sistema pode visualizar o conteúdo.

Nesta secção pretendeu-se fazer um apanhado do standard OMA existente para o DRM. Este *standard* é importante dado que é aquele que é implementado na protecção dos conteúdos do BM-SC especificado.

## 2.6 *Resumo*

No capítulo do estado da arte foram abordados de uma maneira geral os modelos de comunicação, a tecnologia IP *multicast* e as redes de acesso para *broadcast* e *multicast*.

Seguidamente foi vista a plataforma DiNO de distribuição de conteúdos *unicast* e alguns standards da OMA.

O objectivo principal desta dissertação é estudar a forma de possibilitar o funcionamento do MBMS nas redes móveis. Para isso no capítulo seguinte vai ser apresentado o trabalho desenvolvido no âmbito do estudo do MBMS e do desenvolvimento de um BM-SC que é o componente central e indispensável ao funcionamento do MBMS, tendo como ponto de partida os assuntos apresentados no capítulo “Estado da Arte”.



# Capítulo 3

## *Trabalho desenvolvido para a construção de um BM-SC*

---

Um dos objectivos desta dissertação é especificar a arquitectura e as interfaces do BM-SC. A *release 6* do UMTS [2] define uma arquitectura modular base com as respectivas funcionalidades e interfaces.

De uma maneira geral pretendeu-se abordar os aspectos mais importantes desde o terminal do cliente até ao fornecedor de conteúdos.

Tendo em conta o facto de não estar disponível uma rede UMTS de teste e de ainda não termos disponíveis aplicações para os terminais móveis, foi desenvolvido um protótipo para uma aplicação MBMS.

Este capítulo começa com o estudo do UMTS e do MBMS seguido da especificação do BM-SC. Por fim é apresentado um protótipo de funcionamento de uma aplicação para os terminais móveis.

### **3.1 UMTS**

O consórcio 3GPP (3rd Generation Partnership Project) foi criado em 1988 com o objectivo de normalizar a tecnologia 3G UMTS (Universal Mobile Telephone System) na sua versão TDD e FDD respectivamente a divisão do tempo e a divisão da frequência.

Os membros fundadores foram, na Europa o ETSI, no Japão o ARIB+TCC, na Coreia o TTA e nos Estados Unidos o T1P1.

A escolha sobre qual deveria ser a melhor estratégia para a implementação das redes móveis 3G foi discutida durante algum tempo. No consórcio havia quem defende-se uma perspectiva mais revolucionária e quem pretendesse apenas uma evolução das redes 2,5 G. A vertente mais conservadora acabou por vencer.

A solução de evoluir a rede existente manteve os componentes estruturais da rede 2,5G e substituiu completamente a tecnologia rádio que passou de TDMA (Time Division Multiple Access) para WCDMA (Wiband Code Division Multiple Access).

Existem neste momento mais de duas centenas de modelos diferentes de terminais. Ao longo do tempo os terminais têm evoluído muito rapidamente em termos de capacidade multimédia, fiabilidade, dimensão, peso e autonomia. A grande limitação que ainda existe é a autonomia e apesar dos progressos ainda estamos muito longe do ideal.

As várias especificações produzidas pelo 3GPP encontram-se agrupadas em *releases*. Cada nova *release* que sai é uma continuidade do trabalho anterior, acrescentando novas funcionalidades. À semelhança do que acontece em outras redes, os equipamentos têm de respeitar no seu fabrico estas *releases* de forma a assegurarem a compatibilidade entre todo o hardware e software dos diferentes fabricantes.

Na Figura 3-1 ilustra a evolução das várias *releases* do UMTS.

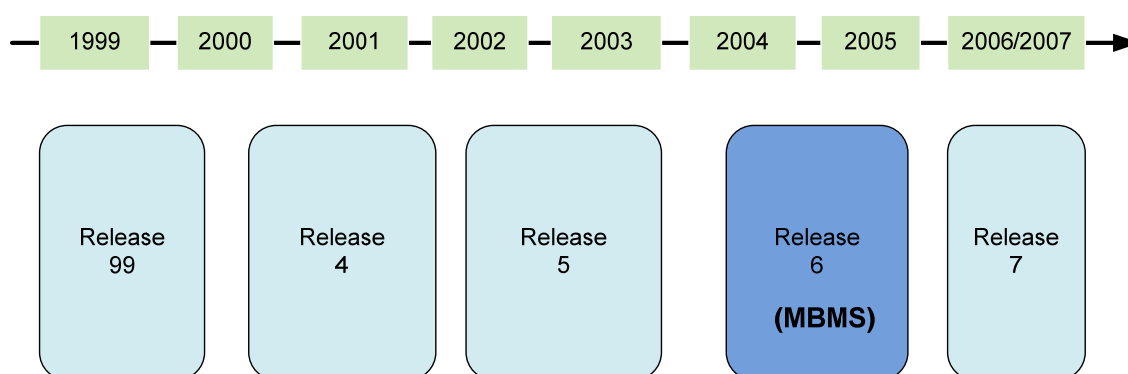


Figura 3-1 Releases do UMTS

Esta dissertação é baseada na *release* 6 cujo ponto mais importante é a inclusão do MBMS.

No anexo sobre UMTS estes assuntos são abordados mais detalhadamente {A}.

### 3.2 MBMS

Como já vimos anteriormente é muito mais eficiente enviar a informação apenas uma vez quando múltiplos utilizadores a desejam simultaneamente.

Utilizando apenas o protocolo IP a comunicação *multicast* com os terminais móveis dos utilizadores, já era possível, ao nível da camada aplicacional, mas sem tirar partido da partilha de recursos nas camadas inferiores, utilizando ligações ponto a ponto (*unicast*) entre o GGSN e os terminais móveis.

O MBMS surgiu na *release* 6 do 3GPP com o objectivo de possibilitar a transmissão eficiente de dados de uma fonte para múltiplos utilizadores através da rede móvel.

Os recursos são partilhados por grupos de utilizadores que têm o mesmo interesse no conteúdo que é transmitido. Para a entrega de conteúdos, o MBMS disponibiliza dois tipos de serviço: o *Streaming* e o *Download*.

O MBMS permite uma poupança de recursos particularmente na interface rádio onde os constrangimentos são bastante mais acentuados resultantes da forte limitação em termos de capacidade e custos associados ao espectro. Os operadores móveis têm assim grandes benefícios na sua utilização, pois permite poupar importantes recursos de rede.

O MBMS tem as seguintes características:

- Para minimizar os erros de transmissão utiliza mecanismos de FEC (Forward Error Correction) e mecanismos de retransmissão de dados com vista à reparação da informação transmitida (Associated Delivery Procedures). Em anexo encontra-se uma explicação destes mecanismos {B};
- Utiliza técnicas de diversidade para minimizar o efeito do desvanecimento do sinal rádio originado essencialmente pela mobilidade em ambiente urbano do terminal móvel. Em anexo encontra-se uma explicação das técnicas de diversidade para o MBMS {B};
- Utilização eficiente dos recursos rádio em função dos elementos de um dado grupo. Existem canais rádio que funcionam em *point-to-point (PtP)* e *point-to-multipoint (PtM)*. Existe um mecanismo de contagem dos elementos de um grupo para se conseguir optar pelo melhor mecanismo de entrega;
- Permite mobilidade entre células que estejam e transmitir em *PtP* e em *PtM*.

A arquitectura do MBMS definida na *release 6* encontra-se ilustrada na Figura 3-2.

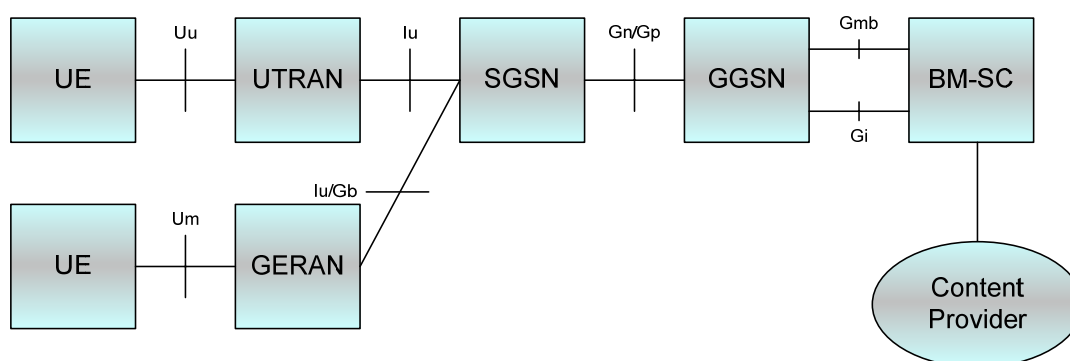


Figura 3-2 UTM 3GPP Release 6

Esta arquitectura é uma evolução da rede UTM em que os elementos da rede desde o UE até ao GGSN sofreram modificações.

Ao nível da interface rádio foram adicionados novos canais lógicos e físicos. Em anexo encontra-se uma explicação sobre estes novos canais {B}.

Foi adicionado um novo elemento funcional que é o BM-SC. Este elemento é responsável pela gestão *multicast* dentro da rede UMTS incluindo o anúncio de sessões, a autorização e autenticação de utilizadores, o transporte de dados e respectiva sinalização. Este componente é descrito em pormenor na secção seguinte.

O MBMS tem dois modos de operação: o *broadcast* e o *multicast*. A principal diferença entre eles é que o *multicast* necessita de um canal de retorno para que o utilizador manifeste o seu interesse em se juntar ou abandonar um determinado grupo.

A Figura 3-3 ilustra as fases do modo *broadcast*.

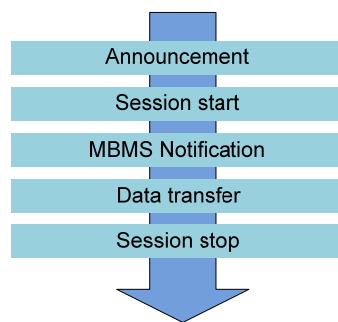


Figura 3-3 Fases do modo difusão

A Figura 3-4 ilustra as fases do modo *multicast*.

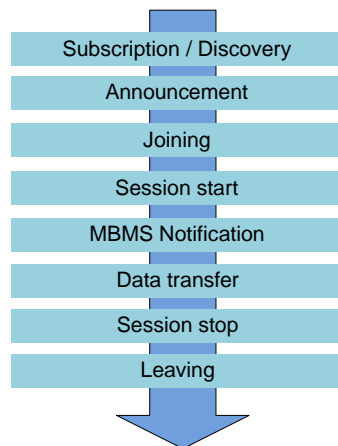


Figura 3-4 Fases do modo multicast



Estes dois modos têm um funcionamento similar. Quando o utilizador pesquisa um determinado serviço e está interessado em receber os seus conteúdos, no *broadcast* apenas tem de “escutar” o canal que vai transmitir o conteúdo. No *multicast* o utilizador tem de enviar um *Join* para manifestar o seu interesse em receber o conteúdo e após isso “escutar” o canal de transmissão do conteúdo.

Quando chega o momento de transmitir o conteúdo, o BM-SC envia um *Session Start* para o GGSN. O GGSN aloca os recursos necessários na sua estrutura e avisa o SGSN desta necessidade de alocação. O SGSN reserva largura de banda e os recursos rádio necessários para efectuar a transmissão. Todos os utilizadores do grupo são notificados. Este aviso é enviado num canal de notificação comum, acerca da transmissão que se vai iniciar.

Os conteúdos são transmitidos e no fim o BM-SC envia um *Session Stop* e os recursos utilizados são libertados.

No modo *multicast* em qualquer altura um utilizador pode decidir abandonar um grupo enviando uma mensagem *Leave* para o BM-SC.

Em anexo encontram-se ilustrações sobre estes dois modos {B}.

Ao nível dos serviços o MBMS é do tipo *point-to-multipoint (PtM)*, centrados em grupos de utilizadores com a mesma necessidade de informação. Os serviços podem ser classificados em função do método de distribuição que se utiliza, sendo eles:

**Streaming:** Este serviço permite a transmissão contínua de informação. Exemplos de serviços de *streaming* são a transmissão de áudio e vídeo.

**Download:** Este serviço transmite informação binária relativa a um ficheiro. Neste caso a fiabilidade da transmissão é particularmente importante pois todos os dados têm de ser recebidos sem erros.

**Carousel:** Este serviço tem características comuns aos serviços acima mencionados. Este serviço é semelhante ao *streaming* porque necessita de sincronização temporal mas são conteúdos estáticos repetidos continuamente. Em comum com o serviço de download tem o facto de necessitar de fiabilidade na comunicação. Como exemplo para deste tipo de serviço temos a transmissão de um filme várias vezes durante o dia.

Os principais serviços que o MBMS potencia são:

- Mobile TV;
- Interactive Mobile TV – Votação e compras;
- Web 2.0 - blogs e vídeos;
- Serviços baseados na localização: Informação turística, Publicidade, Alertas, Trânsito;
- Jogos;
- Vídeo-conferências.

Com vista a um melhoramento das actuais capacidades do MBMS está a ser feita investigação para implementar os seguintes melhoramentos:

- MBMS em HSDPA (adaptive coding and modulation) ;
- MBMS *dual receiver*;
- Single Frequency Network (SFN);
- Tecnologia Orthogonal Frequency-Division Multiple Access (OFDMA);
- Utilização de antenas MIMO<sup>9</sup>;
- MBMS integrado com IMS, assunto que é abordado no capítulo conclusões e trabalho futuro.

Com o MBMS os operadores móveis ganham na poupança de recursos mas também no facto de a interactividade potenciar mais receitas. Com a poupança de recursos estes ficam disponíveis para serem usados noutros serviços. Uma explicação mais detalhada de alguns destes assuntos encontram-se em anexo {B}.

### 3.3 Especificação de um BM-SC

O BM-SC é um componente novo que foi adicionado à rede UMTS para permitir a implementação do serviço MBMS. Tem como principais funcionalidades fazer a gestão de conteúdos e serviços e servir como ponto de entrada para os conteúdos MBMS provenientes dos fornecedores de conteúdos. Outra das suas funções é garantir os mecanismos de segurança especificados pelo 3GPP para o modo *multicast*.

O BM-SC comunica com o GGSN através das interfaces Gmb (sinalização) e Gi (dados). A interface de sinalização Gmb utiliza o protocolo DIAMETER como suporte para a troca de mensagens de AAA (Authentication, Authorization and Accounting). A interface entre o BM-SC e os *Content Providers* não está normalizada nem se prevê a sua normalização pelo 3GPP.

Na Figura 3-5 encontra-se a estrutura funcional do BM-SC sendo estas as suas principais funcionalidades:

- Anuncia os serviços MBMS aos utilizadores interessados;
- Autoriza os utilizadores que queiram activar um serviço MBMS;
- Programa as transmissões e retransmissões de sessões MBMS;
- Fornece ao GGSN informações relativas aos parâmetros de qualidade de serviço e de transporte associado;

---

<sup>9</sup> Antenas adaptativas

- Estabelece os canais de dados (MBMS) antes do início da transmissão e remove-os depois da transmissão;
- Envia os dados de *Multicast* e *Broadcast*;
- Garante a confidencialidade e integridade dos dados MBMS;
- Autentica e autoriza fornecedores de conteúdos externos e aceita os seus conteúdos.

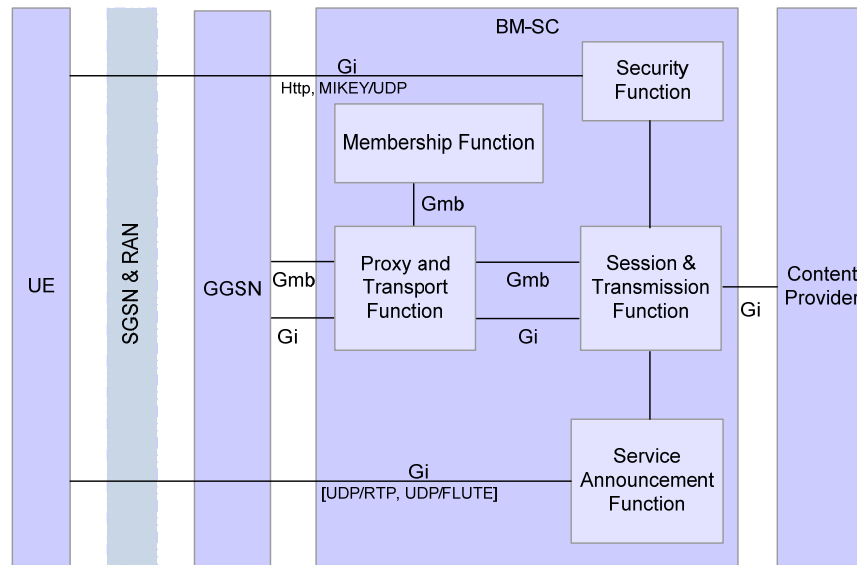


Figura 3-5 Estrutura funcional do BM-SC

### Elementos Funcionais

O BM-SC engloba um conjunto de funcionalidades, agrupadas nos seguintes módulos:

- *Service Announcement Function*;
- *Membership Function*;
- *Security Function*;
- *Session and Transmission Function*;
- *Proxy and Transport Function*.

O módulo de *Service Announcement* anuncia os serviços MBMS aos utilizadores interessados em receber os conteúdos.

O módulo *Membership* autoriza ou não UEs que queiram activar um serviço MBMS.

A confidencialidade e integridade dos dados MBMS são asseguradas pelo módulo *Security*.

O módulo de *Session and Transmission* é responsável por várias tarefas: programa as transmissões e retransmissões de sessões MBMS, fornece ao GGSN informações relativas aos parâmetros de transporte associado, tais como QoS, autentica e autoriza fornecedores de conteúdos externos e aceita os seus conteúdos, estabelece os canais de dados (MBMS) antes do início da transmissão e remove-os depois da transmissão e, por fim, envia os dados de *multicast* e *broadcast* para os utilizadores.

O módulo *Proxy and Transport* encaminha a sinalização entre o GGSN e os respectivos módulos do BM-SC.

Adicionalmente às funcionalidades definidas atrás é ainda necessário que o BM-SC tenha mecanismos para permitir a subscrição e o *discovery* de conteúdos e serviços.

Na Figura 3-6 encontra-se a arquitectura MBMS numa visão de camadas [3]. Esta arquitectura encontra-se dividida em três camadas: serviço, controlo e de *delivery*.

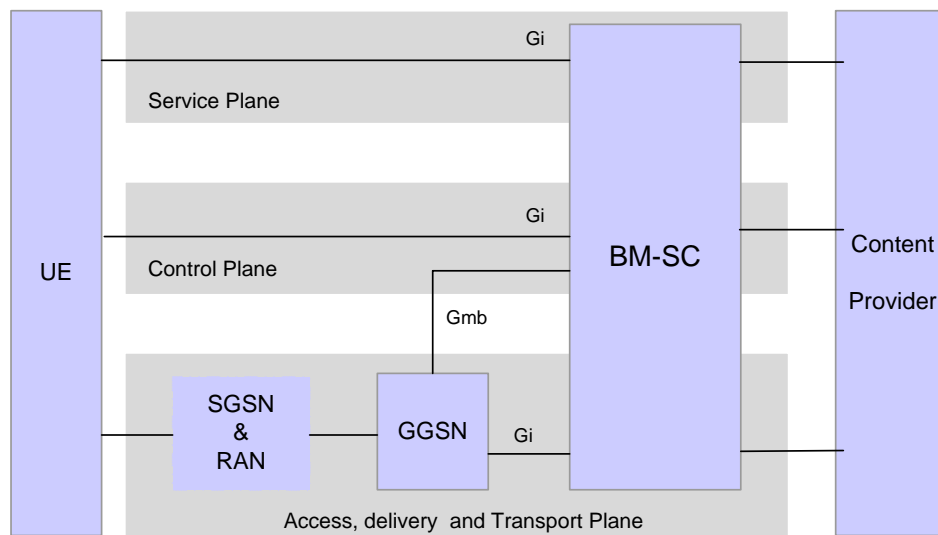


Figura 3-6 3GPP arquitectura MBMS

Como já vimos no capítulo Estado da Arte a plataforma de entrega de conteúdos DiNO foi o ponto de partida para a construção do BM-SC. O trabalho começou com um levantamento das funcionalidades que eram necessárias à plataforma para suportar o MBMS.

Foram estas as novas funcionalidades necessárias:

- Permitir o suporte de novos serviços orientados ao *multicast* e ao *broadcast*;
- Um *scheduler* para o escalonamento dos conteúdos que são necessários entregar;
- Um módulo para a gestão de chaves que permita a protecção dos serviços;
- Adicionar informação de contexto e de horários das sessões ao protocolo com os fornecedores de conteúdos;

- Um módulo de sinalização para permitir interagir com o GGSN através da interface Gmb.
- Adicionar a gestão de grupos e sessões. Sendo para isso necessário um novo modelo de dados pensado para esta realidade;
- Permitir a entrega de conteúdos em modo *multicast*.

Na Figura 3-7 temos a arquitectura da plataforma de entrega de conteúdos *unicast* que vai ser evoluída para dar origem ao BM-SC. Nela encontram-se realçados os novos componentes necessários.

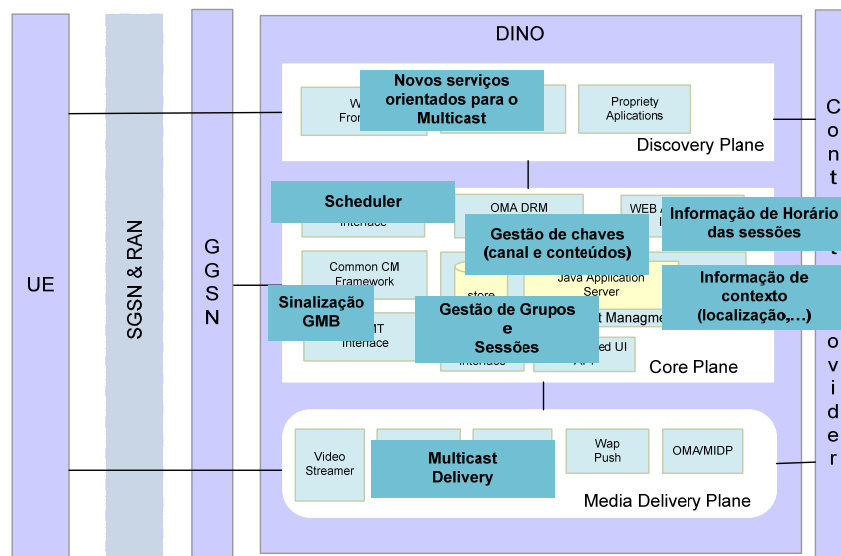


Figura 3-7 Arquitectura DiNO com MBMS

Para além destes novos módulos que foram necessários acrescentar, o modelo de dados existente também teve de ser alterado e reorganizado.

Na Figura 3-8 temos novo modelo de dados para suportar os requisitos do MBMS.

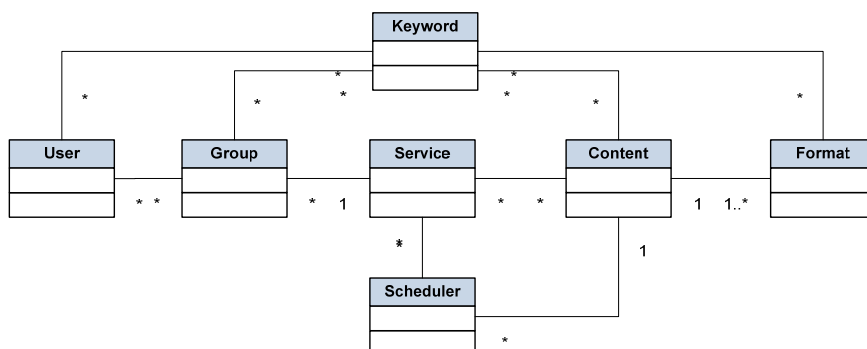


Figura 3-8 Modelos de dados para suportar MBMS

Este modelo de dados é composto pelas seguintes entidades:

- *User*: Contém a informação dos utilizadores do BM-SC. Estes utilizadores são provisionados à medida que vão subscrevendo os serviços e conteúdos da plataforma;
- *Group*: Contém a informação dos grupos existentes. Para cada formato de conteúdo que é necessário entregar é criado o respectivo grupo *multicast*. A um grupo podem estar associados mais do que um conteúdo;
- *Service*: Contém a informação dos serviços existentes. Estes serviços são provisionados na plataforma. Quando é desenvolvido um novo serviço para o BM-SC é criado um processo de *Discovery* associado e provisionado nesta tabela;
- *Content*: Contém a informação dos conteúdos existentes. Alguns deles podem estar apenas publicitados no BM-SC sendo que nesses casos esta tabela tem a informação respeitante ao acesso ao Servidor de conteúdos;
- *Format*: Contém os vários formatos associados a um conteúdo. Cada conteúdo tem pelo menos um formato associado;
- *Scheduler*: Contém informação sobre os conteúdos que estão agendados para entrega. Sempre que um novo conteúdo é publicitado ou provisionado no BM-SC é criada uma entrada nesta tabela indicando a hora prevista para a sua entrega;
- *Keyword*: Contém informação que permite qualificar os conteúdos, formatos, grupos, e utilizadores. Esta informação é muito importante e permite criar contextos comuns para a formação dos grupos *multicast*.

Uma das diferenças deste modelo em relação ao existente na plataforma *unicast* é passarmos a ter conteúdos e serviços. Um conteúdo, como o próprio nome indica, é algo que é disponibilizado pelo Servidor de Conteúdos enquanto que o serviço é algo que o BM-SC disponibiliza e que entrega os conteúdos que lhe estão associados. Um serviço pode ter um ou mais conteúdos e ser transmitido em uma ou mais sessões. Os utilizadores, grupos, conteúdos e formatos têm associados informações de contexto. Este contexto, numa futura versão do BM-SC, vai permitir identificar utilizadores com interesse comuns tirando assim partido das entregas em modo *multicast*.

A entidade *Format* contém os vários formatos existentes para um determinado conteúdo. Esse formato está relacionado com as características do terminal. Desta forma é possível ter o formato que mais se adequa às características do terminal móvel.

Na Figura 3-9 temos os componentes do BM-SC que são reutilizados e os novos que foram desenvolvidos. Da plataforma *unicast* reutilizou-se o mecanismo de *discovery* e orientou-se para o conceito de serviços. A parte da gestão de conteúdos também foi reutilizada adicionando-lhe a parte da gestão de grupos e sessões.

Os novos componentes adicionados implementam o MBMS.

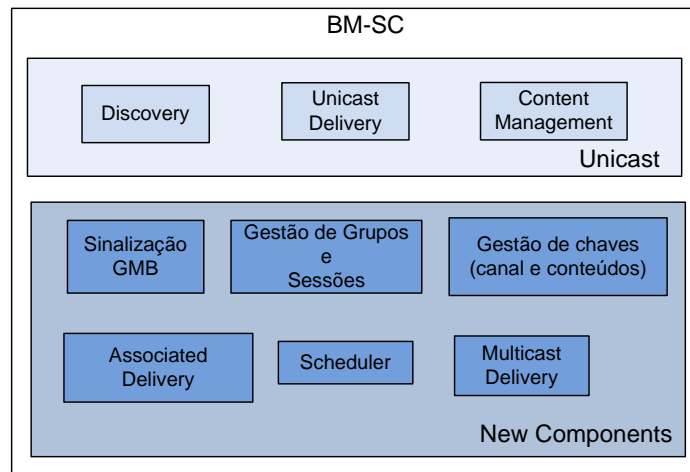


Figura 3-9 Componentes do BM-SC

A arquitectura final do BM-SC [14] encontra-se na Figura 3-10. No seguimento das orientações dos standards da OMA e para permitir a utilização dos *Service Enablers* a camada de serviço foi dividida em duas camadas, a das aplicações e a dos *Service Enablers* [18].

Esta arquitectura divide-se em quatro camadas (*Application, Service Enablers, Control e de Delivery*).

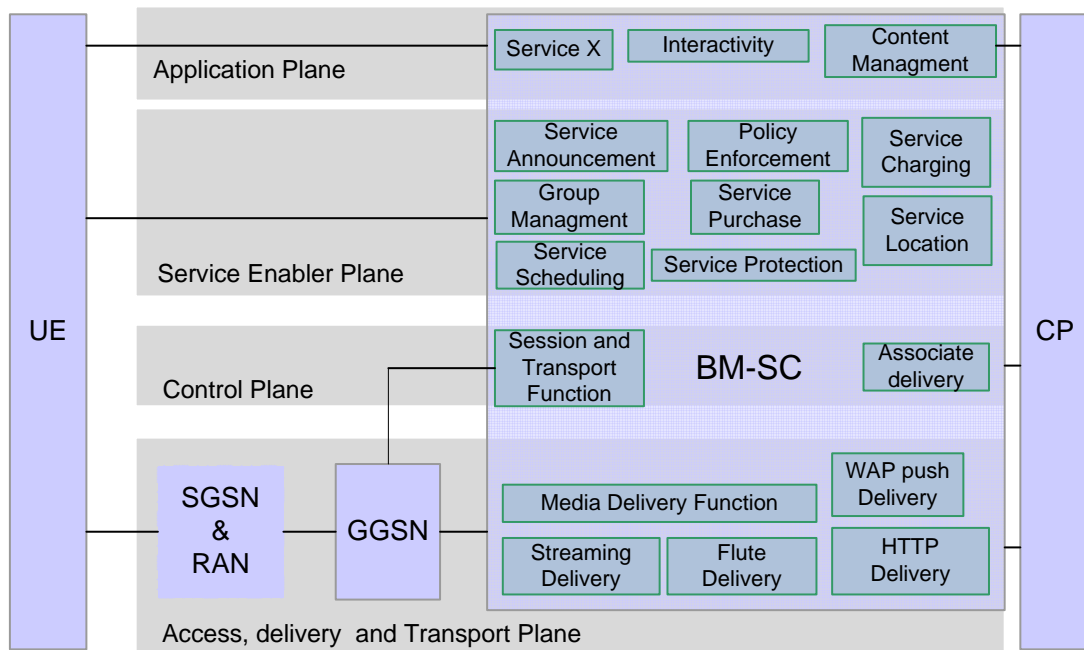


Figura 3-10 Arquitectura do BM-SC

### ***Application Plane***

A camada Application contém a aplicação de *discovery* que permite aceder aos conteúdos e aos serviços. Contém ainda a aplicação que gere a interactividade e a gestão de conteúdos que inclui a comunicação com os Servidores de Conteúdos.

### ***Service Enabler Plane***

Esta camada contém os módulos genéricos que vão ser utilizados pela camada de controlo para disponibilizar as funcionalidades do MBMS.

### ***Control Plane***

Esta é a camada de controlo das sessões MBMS. Contém ainda um módulo que contém mecanismos para garantir a entrega de conteúdos nos casos em que são necessárias fazer retransmissões.

### ***Delivery Plane***

Esta camada contém os mecanismos de entrega de conteúdos em modo unicast, multicast e broadcast.

A comunicação com os *Content Providers* é feita por HTTP ou FTP para a gestão de conteúdos e por RTP para a entrega de conteúdos em tempo real.

A comunicação com os terminais móveis é feita por FLUTE, RTP, HTTP ou WAP Push para a entrega de conteúdos e por HTTP para o *discovery* de serviços e conteúdos. Para o anúncio de novos conteúdos também é utilizado o HTTP.

A comunicação com o GGSN é feita pela interface Gmb para a sinalização e por RTP e FLUTE para a entrega de conteúdos.

A arquitectura do BM-SC com uma explicação mais exhaustiva de cada uma das camadas encontra-se no anexo {C}.

## **3.4 *Aplicação MBMS para as Unidades Móveis***

O BM-SC permite entregar os conteúdos mas para que eles cheguem aos terminais móveis dos utilizadores é necessário que estes tenham aplicações capazes de o fazer.

Actualmente ainda não estão disponíveis comercialmente aplicações MBMS para os telemóveis. Pretende-se nesta secção apresentar um protótipo para uma aplicação que permita aceder a serviços do tipo *Download* e *Streaming* [1].



Na aplicação tem de existir uma forma de o utilizador fazer uma gestão dos serviços que ele subscreveu. A tabela do ilustrado na Figura 3-11 permite saber detalhes dos serviços subscritos, nomeadamente o tipo e data em que os conteúdos vão ser enviados e se já foi efectuado o *Join*.

Service List				
Service Name	Content Name	Type	Forcast Date	Joined
Mobile TV	RTP news	Streaming	20:30	✓
Content Cast	Madona Ring Tone	Download	20:45	

Figura 3-11 Listagem dos serviços

O funcionamento da aplicação está descrito na Figura 3-12. Quando arranca a aplicação é necessário primeiro aceder aos recursos rádio. Após receber a informação, através do *announcement*, que vai permitir aceder ao conteúdo por *broadcast* ou *multicast*.

Caso seja *multicast* o *Join* deve ser feito a pedido do utilizador dado que isso pode condicionar, de acordo com o modelo de negócio, o pagamento do conteúdo. Se for um download de um ficheiro ele é feito automaticamente e no final aparece um aviso (pode ser sonoro) a indicar que o conteúdo está disponível. Tratando-se de uma transferência por *streaming* quando o conteúdo fica disponível para ser visualizado a aplicação também deve avisar o utilizador.

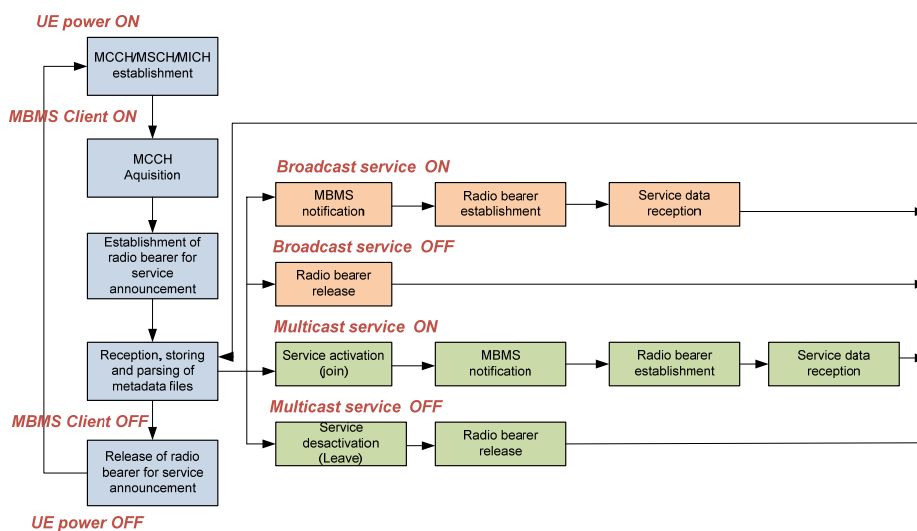
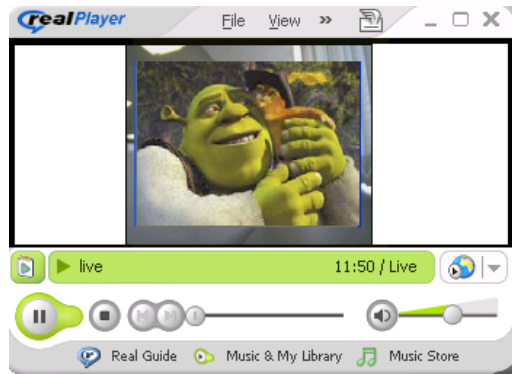
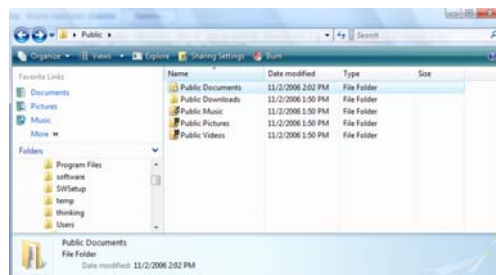


Figura 3-12 Fluxo da aplicação MBMS do cliente

Para a visualização de conteúdos em modo *streaming* pode ser utilizada uma aplicação como a da Figura 3-13 e para o download deve ser disponibilizado uma forma de visualizar os conteúdos disponíveis tal com na Figura 3-14



**Figura 3-13** Visualização em modo streaming



**Figura 3-14** Listagem dos ficheiros armazenados

### 3.5 *Resumo*

Este capítulo foi a parte central desta dissertação e correspondeu ao trabalho desenvolvido com base no levantamento feito sobre o estado da arte.

Começou com o estudo do UMTS e do MBMS seguido da especificação do BM-SC e por fim com a especificação de uma aplicação MBMS para os terminais móveis.

O capítulo seguinte é dedicado à experimentação onde é feita a validação e experimentação dos conceitos estudados.

## *Validação e Experimentação*

---

Os testes efectuados em laboratório tiveram como principal objectivo validar e complementar as ideias teóricas apresentadas ao longo da dissertação de forma a aprofundar aspectos relacionados com a implementação prática do BM-SC.

Foram escolhidos dois serviços, o *Mobile TV* e o *Content Cast*, que são descritos de seguida e tentou-se aqui validar e experimentar os aspectos mais importantes de cada um destes serviços.

Na impossibilidade de testar o funcionamento do BM-SC num cenário real visto não termos disponível uma rede UMTS *release 6* foram efectuados testes às principais funcionalidades e às interfaces do BM-SC.

### **4.1 Cenários**

Para a validação e experimentação foram escolhidos dois serviços que permitem suportar os dois métodos de distribuição de conteúdos [19].

O *streaming* que é um fluxo contínuo de dados relativos a vários *media* (ex. áudio e vídeo) é utilizado no serviço *Interactive Mobile TV*.

O *Download*, que é um fluxo de dados binários relativos a um ficheiro, é utilizado no serviço *Content Cast*.

#### ***Interactive Mobile TV***

Com este serviço é possível visualizar televisão no telemóvel, sendo que a grande vantagem é sem dúvida a mobilidade. Permite aceder à informação e entretenimento a toda a hora e em qualquer lugar. Outra grande vantagem é a disponibilização de conteúdos específicos para os terminais móveis.

Este serviço tem ainda a componente da interactividade sendo possível fazer votação acerca dos conteúdos que estão a ser visualizados ou enviar pedidos de compras associados a eles.

Na Figura 4-1 está uma ilustração do que poderia ser o serviço *Interactive Mobile TV* na aplicação do cliente.



**Figura 4-1 Serviço *Interactive Mobile TV***

### ***Content Cast***

Com este serviço é possível ter acessos a informação actualizada em qualquer sítio e em qualquer altura sem ter de o solicitar. Ou seja depois da subscrição do serviço os conteúdos sempre que existam chegam automaticamente ao utilizador.

Na Figura 4-2 está uma ilustração do que poderia ser o serviço *Content Cast* na aplicação do cliente.



**Figura 4-2 Serviço *Content Cast***

## **4.1.1 Funcionamento dos serviços**

As principais funcionalidades dos serviços escolhidos são descritas de seguida.

### **4.1.1.1 Interactive Mobile TV**

Este serviço começa com a produção de vídeo no fornecedor de conteúdos que é enviado para o BM-SC em modo *unicast* que o envia em modo *multicast* para os utilizadores.

A Figura 4-3 ilustra as principais mensagens do serviço [15].

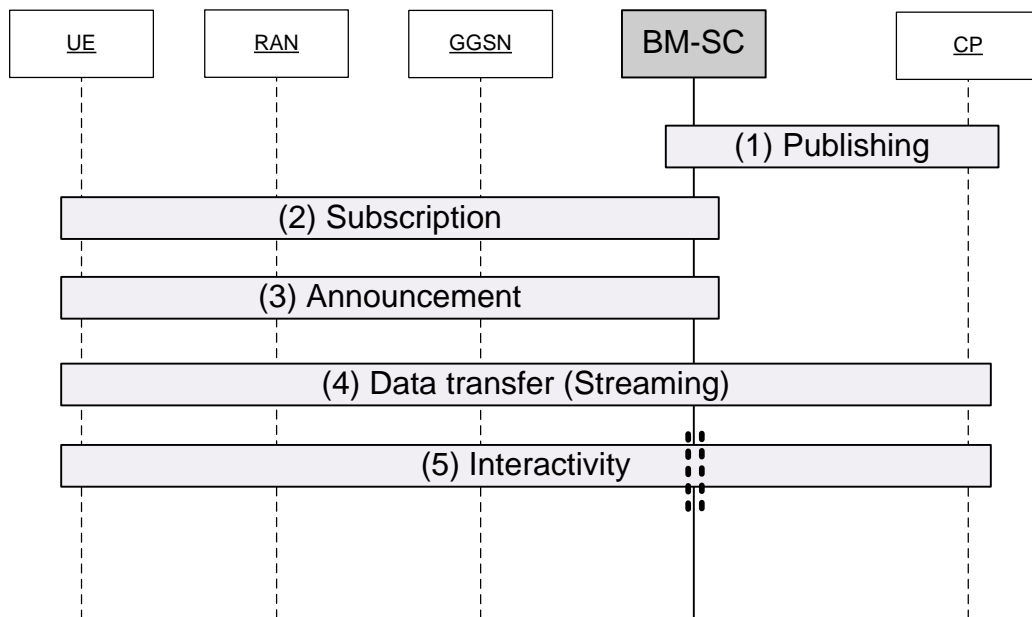


Figura 4-3 Mensagens do serviço Mobile TV

### 1 - Publishing

O *Content Provider* faz a publicação de um conteúdo. É provisionado o ficheiro SDP que depois vai permitir aceder ao conteúdo quando for necessário o seu envio.

### 2 - Subscription

O utilizador nesta fase faz a subscrição do serviço caso ainda não o tenha feito anteriormente. Essa subscrição é feita acedendo à aplicação do BM-SC para este serviço.

### 3 - Announcement

Quando chega a hora de transmissão do conteúdo é enviado um anúncio ao utilizador para o advertir disso e permitir que ele faça o respectivo *Join*.

### 4 - Data transfer

O BM-SC envia o conteúdo através do protocolo RTP que vai ser visualizado no equipamento do utilizador.

## 5 - Interactivity

O utilizador à medida que vai acedendo ao Mobile TV pode ir dando feedback, nomeadamente fazendo uma votação do conteúdo ou fazendo algum pedido para uma compra que esteja associada. A informação recebida dos utilizadores pode chegar apenas ao BM-SC ou ser encaminhada para os servidores de conteúdos.

### 4.1.1.2 Content Cast

Neste serviço os conteúdos à medida que são gerados no fornecedor de conteúdos vão sendo aprovisionados no BM-SC que depois os envia para os utilizadores. Este serviço, através do contexto dos conteúdos, permite que o utilizador vá recebendo por exemplo notícias relacionadas com o seu clube ou a sua cidade sem ser necessário a sua subscrição individual.

A Figura 4-4 ilustra as principais mensagens do serviço *Content Cast*.

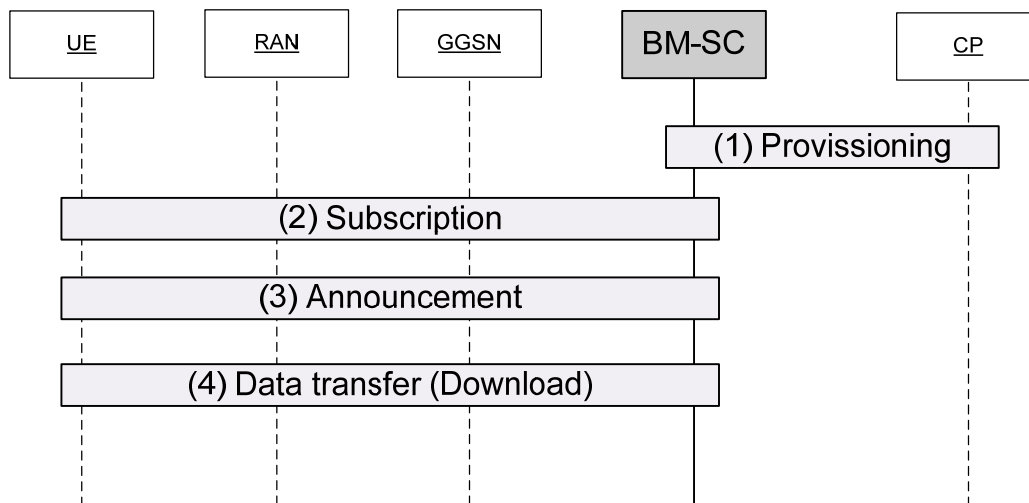


Figura 4-4 Mensagens do serviço Content Cast

#### 1 - Provissoning

O *Content Provider* faz o aprovisionamento de um conteúdo. No caso do *Content Cast* os conteúdos residem no BM-SC, pelo que têm de ser previamente aprovisionados.

#### 2 - Subscription

O utilizador nesta fase faz a subscrição do serviço caso ainda não o tenha feito anteriormente. Essa subscrição é feita acedendo à aplicação do BM-SC para este serviço.

### **3 - Announcement**

Quando chega a hora de transmissão do conteúdo é enviado um anúncio ao utilizador para o advertir disso e permitir que ele faça o respectivo *Join*.

### **4 - Data transfer**

O BM-SC envia o conteúdo através do protocolo FLUTE para ser feito o download no equipamento do utilizador.

## **4.2 *Arquitectura do protótipo***

Para a arquitectura do protótipo foram definidas duas vistas. Uma mais orientada para os blocos funcionais e outra mais orientada à topologia de rede. São ainda enumeradas as ferramentas utilizadas.

### **4.2.1 Blocos funcionais**

A arquitectura do demonstrador é composta por cinco blocos. Na Figura 4-8 encontra-se a vista modular.

Existem 5 módulos (UE, SGSN, GGSN, BM-SC, Content Provider).

No UE vão estar as aplicações para os terminais móveis que vão permitir aceder à informação.

O SGSN/RAN não vai ser utilizada estando aqui só por uma questão de visualização da rede UMTS.

O GGSN é composto por um analisador *multicast* e uma *stack* DIAMETER.

O BM-SC é composto por um módulo core, por uma *stack* DIAMETER, por um servidor de vídeo e um servidor FLUTE.

O *Content Provider* é composto por uma aplicação que disponibiliza conteúdos.

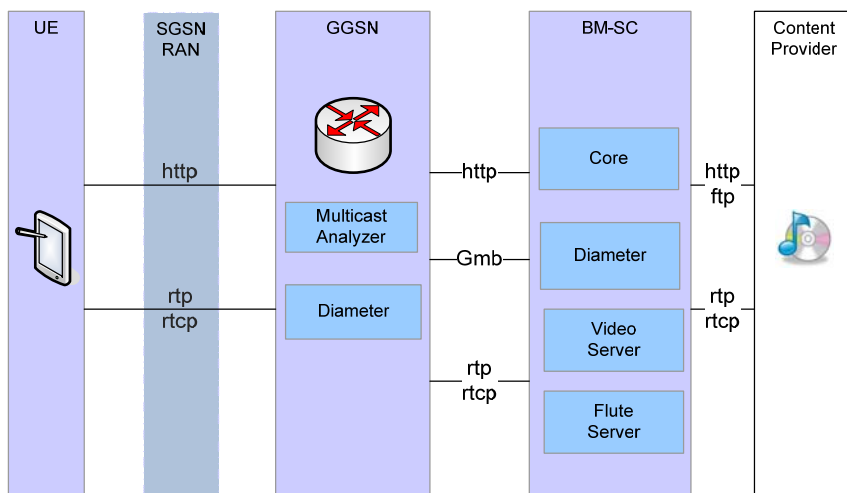


Figura 4-5 Arquitectura com os blocos funcionais [20]

#### 4.2.2 Topologia

Em termos de topologia de rede como se pode ver na Figura 4-6 foram criadas duas redes. Uma delas é onde os terminais móveis estão ligados (portáteis) e a outra onde estão ligados o BM-SC e o servidor de conteúdos. O GGSN é o router que interliga estas duas redes.

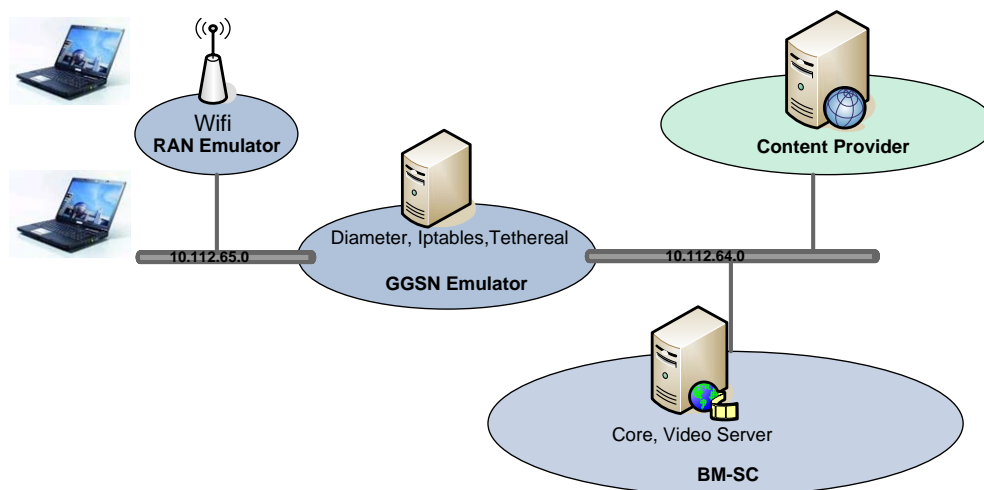


Figura 4-6 Topologia de rede do demonstrador



### 4.2.3 Aplicações e ferramentas

Para a realização deste demonstrador foram utilizadas as seguintes aplicações e ferramentas:

- Sistema Operativo: Foi utilizado o Linux AS4;
- Stack Diameter: Foi utilizada uma *stack* DIAMETER base desenvolvida na PT Inovação. Esta stack encontra-se descrita no anexo {F};
- Iptables: Ferramenta que permite a filtragem de pacotes IP. A versão instalada é a iptables-1.2.8-12.3 para IPv4;
- Tethreal: Analisador de protocolos de rede. Foi utilizada a versão Tethereal 0.99.0;
- Helix video server: Servidor de vídeo utilizado na entrega de conteúdos *streaming*;
- Helix producer: Servidor utilizado para produzir conteúdos em tempo real utilizados na simulação;
- Real player: O RealPlayer é uma aplicação que permite a visualização de conteúdos multimédia, tais como vídeos ou músicas. É utilizada na aplicação cliente para visualizar conteúdos em modo *streaming*;
- Flute Server: Servidor utilizado para a entrega de conteúdos utilizando o protocolo FLUTE;
- Flute Client: Aplicação que permite fazer o download dos conteúdos enviados através do protocolo FLUTE;

### 4.3 Testes e Validação

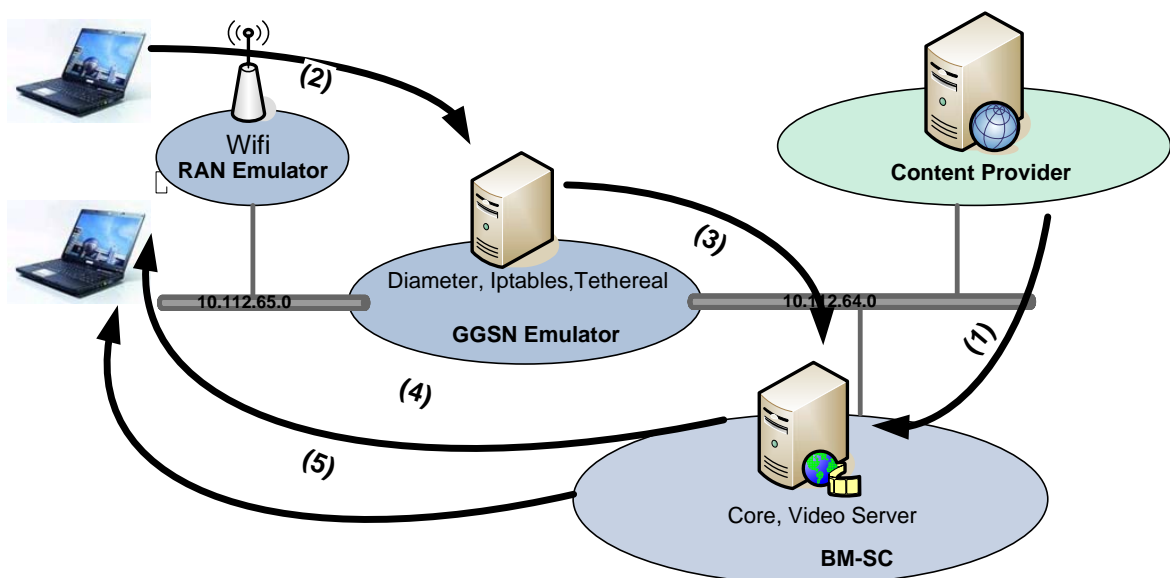


Figura 4-7 Fluxos implementados

## (1) Publicação e Aprovisionamento de conteúdos

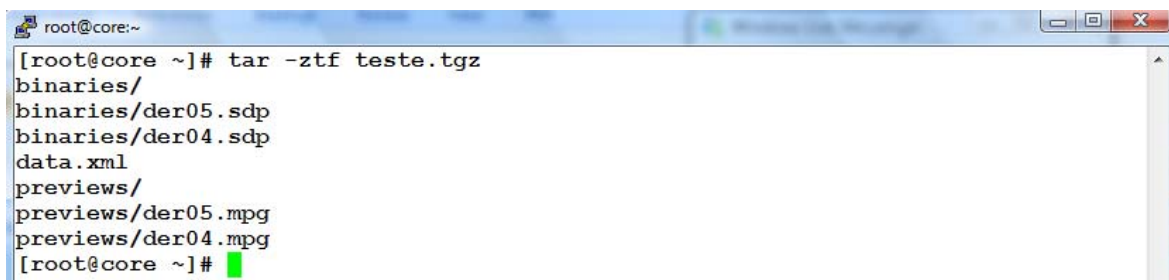
Para a publicação e aprovisionamento de conteúdos podem ser utilizados o interface de FTP ou aceder à página de administração de conteúdos por HTTP.

Na publicação de conteúdos apenas é armazenado no BM-SC um apontador para os conteúdos e as suas características. Isto é utilizado para os conteúdos do serviço Mobile TV. Sempre que existe um conteúdo novo disponível para entrega no servidor de conteúdos este tem de previamente publicitá-lo no BM-SC para que este o disponibilize na interface de *discovery* do serviço e consiga aceder-lhe quando for necessário fazer a sua entrega.

No aprovisionamento de conteúdos, o conteúdo e as suas características ficam armazenados no BM-SC.

Este exemplo é a publicação de dois conteúdos utilizando a interface FTP.

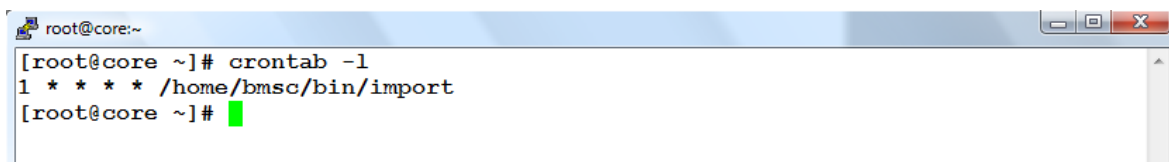
O ficheiro *teste.zip* compactado no formato ZIP<sup>10</sup> foi depositado por FTP no repositório. Na Figura 4-8 está listado o conteúdo do ficheiro. A pasta *binaries* contém o SDP de cada um dos conteúdos e a pasta *previews* contem um pequeno vídeo de amostra de cada um dos conteúdos. O ficheiro *data.xml* contém a informação sobre as características dos conteúdos publicitados.



```
root@core:~# tar -ztf teste.tgz
binaries/
binaries/der05.sdp
binaries/der04.sdp
data.xml
previews/
previews/der05.mpg
previews/der04.mpg
[root@core ~]#
```

Figura 4-8 Conteúdo do ficheiro ZIP

De um em um minuto corre a aplicação que faz o processamento dos pedidos como se pode ver na Figura 4-9. Na Figura 4-10 temos o resultado do processamento dos pedidos.



```
root@core:~# crontab -l
1 * * * * /home/bmsc/bin/import
[root@core ~]#
```

Figura 4-9 Processamento dos pedidos

<sup>10</sup> Formato de compressão de dados muito utilizado

```
root@core:~  
[root@core ~]# tail -f /home/locallogs/bmsc/import.log  
Prossesing file: teste.zip  
Provider ID: 001  
Content ID: w2300  
Type: Publishing  
DoneA  
Content ID: w2301  
Type: Publishing  
Done
```

Figura 4-10 Resultado do processamento de pedidos

No anexo {I} pode ser visto o provisionamento de um conteúdo com a listagem de todos os ficheiros envolvidos.

## (2) Multicast join e leave

Para o modo *multicast* são utilizadas mensagens IGMP para o utilizador se juntar e abandonar o grupo onde vai ser enviado o conteúdo.

Nas Figura 4-11 e Figura 4-12 podemos ver o envio de uma mensagem IGMP *Join* pela aplicação do utilizador e a recepção dessa mensagem no GGSN.

```
root@tobias:~  
[root@tobias ~]# nemesis igmp -v -p 22 -s 10.112.64.71 -i 224.2.1.1 -D 224.2.1.1  
IGMP Packet Injection --- The NEMESIS Project Version 1.4 (Build 26)  
[IP] 10.112.64.71 > 224.2.1.1  
[IP ID] 20961  
[IP Proto] IGMP (2)  
[IP TTL] 1  
[IP TOS] 0x00  
[IP Frag offset] 0x0000  
[IP Frag flags]  
[IGMP Type] 22  
[IGMP Code] 0  
[IGMP group address] 224.2.1.1  
Wrote 28 byte IGMP packet.  
IGMP Packet Injected  
[root@tobias ~]# █
```

Figura 4-11 Envio da mensagem IGMP *Join*

```
root@ggsn:~  
[root@ggsn ~]# tethereal ip proto 2  
Capturing on eth0  
0.000000 10.112.64.71 -> 224.2.1.1 IGMP V2 Membership Report  
█
```

Figura 4-12 Captura da mensagem IGMP *Join*

Em anexo encontra-se o envio e a recepção de uma mensagem IGMP *Leave* {J}.

### (3) Interface entre o GGSN e o BM-SC

O BM-SC comunica com o GGSN através da interface Gmb para a troca de sinalização. Por sua vez, a interface de sinalização Gmb utiliza o protocolo DIAMETER para a troca de mensagens.

Nesta demonstração o objectivo foi instalar nas máquinas GGSN e BM-SC uma stack DIAMETER e implementar as mensagens Gmb e os respectivos AVPs de forma a trocar mensagens necessárias ao funcionamento do MBMS através da interface Gmb.

A *stack* DIAMETER instalada bem como o código respeitante às implementações das mensagens encontram-se no anexo {F}.

A ligação para troca de sinalização entre as duas máquinas é orientada à conexão e é uma ligação *unicast*. Foram atribuídos dois endereços IP às máquinas e cada uma delas pode ter um comportamento de cliente ou de servidor consoante o tipo de mensagem a transmitir. Em alguns casos é o GGSN que faz o pedido, noutros o pedido é feito pelo BM-SC.

Na Figura 4-14 encontra-se uma ilustração da troca de sinalização MBMS entre o GGSN e o BM-SC.

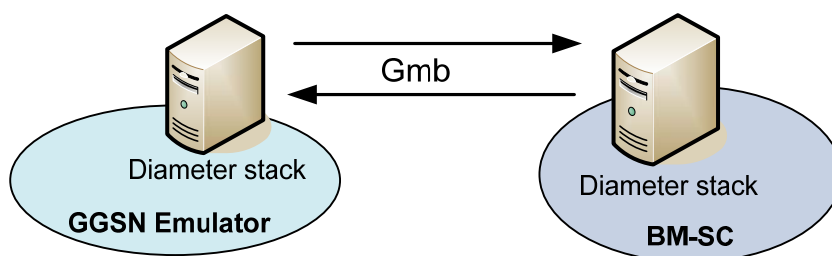


Figura 4-13 Interface GMB

A mensagem MBMS trocada nesta simulação foi um *service activation*, na Figura 4-14 podemos ver a sequência das mensagens Gmb trocadas.

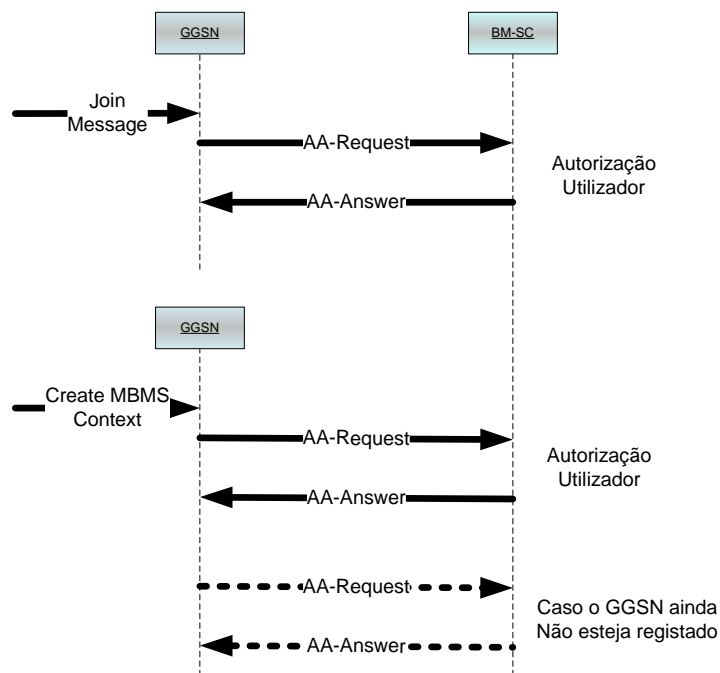


Figura 4-14 Sinalização GMB

A activação de um serviço MBMS começa com o envio de um *Join* pelo utilizador quando este deseja receber conteúdos de um dado serviço. Cabe ao BM-SC verificar a autenticação daquele utilizador.

Quando a aplicação do utilizador requer a criação do contexto MBMS esse pedido vai chegar ao SGSN que por sua vez requer ao GGSN (que pode ser diferente do que recebeu o *Join*) a criação do contexto. Após isso o GGSN envia novamente uma mensagem de autenticação ao BM-SC para este criar o contexto MBMS do seu lado.

Nas Figura 4-15 e Figura 4-16 podemos ver o lançamento da aplicação no GGSN e no BM-SC.

```
diameter@core:~/Teste
[diameter@core Teste]$ java -cp "lib/ids.jar:lib/xaf.generic.jar:classes/:" Server
```

Figura 4-15 Stack Diameter do BM-SC

```
diameter@core:~/Teste
[diameter@core Teste]$ java -cp "lib/ids.jar:lib/xaf.generic.jar:classes/:" Cliente
```

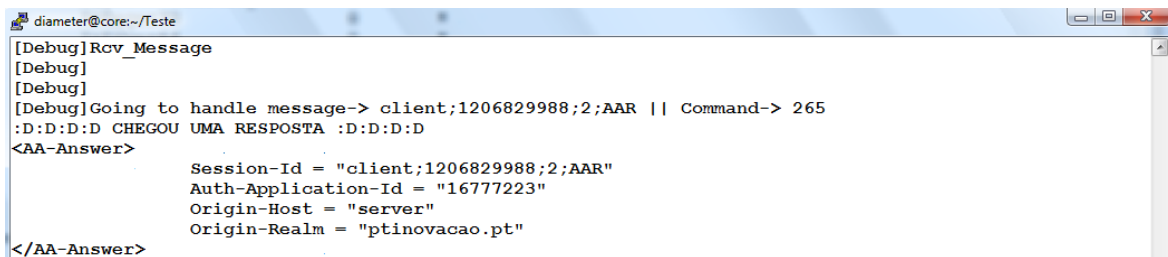
Figura 4-16 Stack Diameter no GGSN

Quando chega um *Join* ao GGSN este envia uma mensagem de autorização para esse utilizador ao BM-SC, como se pode ver na Figura 4-17. Na Figura 4-18 temos a resposta ao pedido, em que neste caso foi aceite a autorização.



```
diameter@core:~/Teste
:D:D:D:D Envio da mensagem... :D:D:D:D
[Debug]Message nInstances=[1]
[Debug]ApplicationId -> 16777223
[Debug]Auth State = No State Maintained
[Debug]Host Routing for destination Host: server
[Debug]TIME SENDING: 1206829988590 for sessionId:client;1206829988;2;AAR
[Debug]<AA-Request>
      Session-Id = "client;1206829988;2;AAR"
      Auth-Application-Id = "16777223"
      Origin-Host = "client"
      Origin-Realm = "ptinovacao.pt"
      Destination-Realm = "ptinovacao.pt"
      Auth-Request-Type = "0"
      Destination-Host = "server"
</AA-Request>
[Debug]Message sent correctly
```

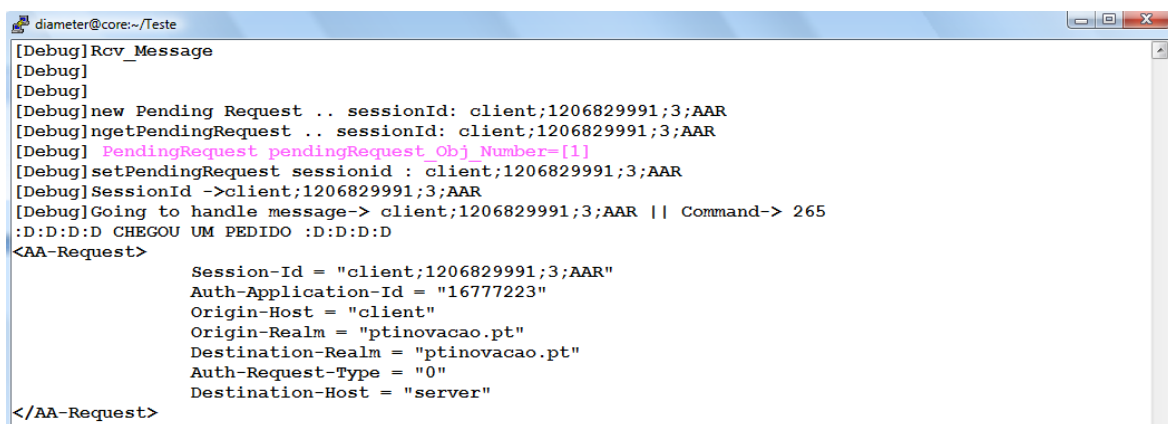
Figura 4-17 Envio de um AA-Request



```
diameter@core:~/Teste
[Debug]Rcv_Message
[Debug]
[Debug]
[Debug]Going to handle message-> client;1206829988;2;AAR || Command-> 265
:D:D:D:D CHEGOU UMA RESPOSTA :D:D:D:D
<AA-Answer>
      Session-Id = "client;1206829988;2;AAR"
      Auth-Application-Id = "16777223"
      Origin-Host = "server"
      Origin-Realm = "ptinovacao.pt"
</AA-Answer>
```

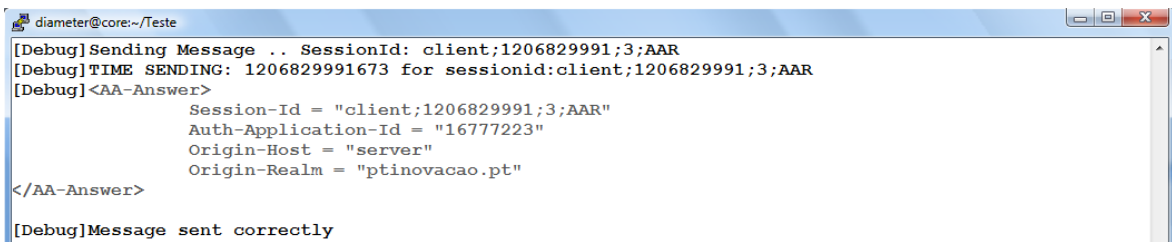
Figura 4-18 recepção de um AA-Answer

O BM-SC após receber um pedido de autorização e verificar a autorização do utilizador envia uma resposta ao GGSN. A chegada do pedido e a respectiva resposta encontram-se nas Figura 4-19 e Figura 4-20 respectivamente.



```
diameter@core:~/Teste
[Debug]Rcv_Message
[Debug]
[Debug]
[Debug]new Pending Request .. sessionId: client;1206829991;3;AAR
[Debug]ngetPendingRequest .. sessionId: client;1206829991;3;AAR
[Debug] PendingRequest pendingRequest_Obj_Number=[1]
[Debug]setPendingRequest sessionId : client;1206829991;3;AAR
[Debug]SessionId ->client;1206829991;3;AAR
[Debug]Going to handle message-> client;1206829991;3;AAR || Command-> 265
:D:D:D:D CHEGOU UM PEDIDO :D:D:D:D
<AA-Request>
      Session-Id = "client;1206829991;3;AAR"
      Auth-Application-Id = "16777223"
      Origin-Host = "client"
      Origin-Realm = "ptinovacao.pt"
      Destination-Realm = "ptinovacao.pt"
      Auth-Request-Type = "0"
      Destination-Host = "server"
</AA-Request>
```

Figura 4-19 Recepção de um AA-Request



```
diameter@core:~/Teste
[Debug] Sending Message .. SessionId: client;1206829991;3;AAR
[Debug] TIME SENDING: 1206829991673 for sessionid:client;1206829991;3;AAR
[Debug] <AA-Answer>
      Session-Id = "client;1206829991;3;AAR"
      Auth-Application-Id = "16777223"
      Origin-Host = "server"
      Origin-Realm = "ptinovacao.pt"
</AA-Answer>
[Debug] Message sent correctly
```

Figura 4-20 Envio de um AA-Answer

#### (4) Entrega de conteúdos (Streaming)

Não se encontram ainda disponíveis no mercado aplicações para os telemóveis que permitam a recepção de conteúdos *multicast* para os serviços utilizados neste demonstrador (mobile TV e content cast).

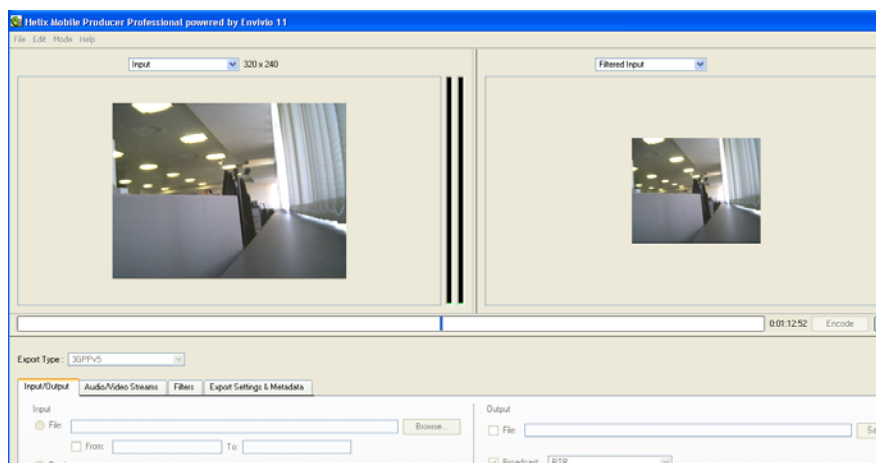
No capítulo anterior foi proposto um protótipo para a aplicação cliente e nesta demonstração optou-se por simular a recepção desses conteúdos utilizando a aplicação real Player para a recepção de conteúdos em tempo real que vão ser similares ao *mobile TV*. Para simular a recepção de conteúdos para o serviço *content cast* utilizou-se a aplicação cliente do madFlute.

Para a entrega de conteúdos *streaming* (serviço Mobile TV) utilizou-se o *Helix Producer* para simular o comportamento do servidor de conteúdos. O *Helix Server* instalado no BM-SC envia os conteúdos para a rede que depois vão ser visualizados com o *Real Player* no utilizador.

Os conteúdos para o serviço *Mobile TV* foram previamente publicados no BM-SC e quando chega a hora da transmissão do conteúdo o *Service Scheduler* informa o *Media Delivery Function* que é necessário transmitir a informação para o grupo *multicast* entretanto criado.

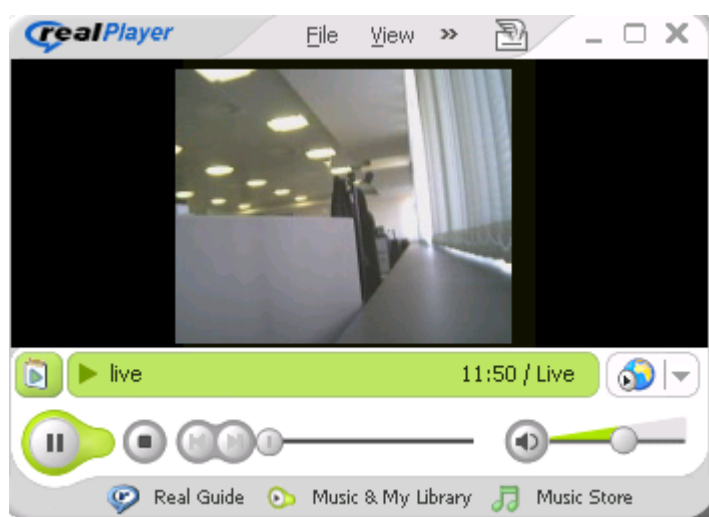
A arquitectura deste demonstrador utiliza um router configurado para suportar *multicast* e do lado do cliente são utilizados dois portáteis que correm as aplicações simulando o comportamento dos telemóveis. O *Helix Mobile Producer* é utilizado para simular o comportamento do servidor de conteúdos. O *Helix* e o *madFlute* são os servidores que implementam os mecanismos de entrega MBMS que existem no BM-SC.

Na Figura 4-21 temos a produção de vídeo em tempo real para o mobile TV recorrendo a uma camera e ao *Helix Producer* para captar e difundir o conteúdo.



**Figura 4-21 Produção de conteúdos com o Helix Producer**

Na Figura 4-22 temos a recepção do conteúdo em tempo real respeitante ao mobile TV.



**Figura 4-22 Recepção de conteúdos com o Real Player**

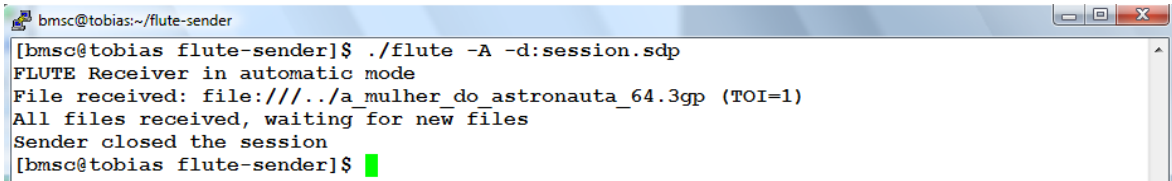
### **(3) Entrega de conteúdos (Download)**

Para a entrega de conteúdos para o serviço *Content Cast* foi utilizado o servidor madFlute no BM-SC e o cliente madFlute no terminal do utilizador.

Os conteúdos para este serviço foram previamente aprovisionados no BM-SC e quando chega a hora da transmissão, tal como no serviço Mobile TV, o *Service Scheduler* informa o *Media Delivery Function* que é necessário transmitir a informação para o grupo *multicast* entretanto criado.

Na Figura 4-23 temos a entrega de um conteúdo respeitante ao serviço *Content Cast* utilizando o servidor madFlute.

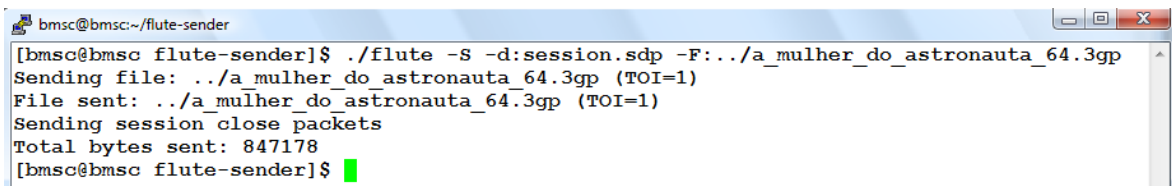




```
bmsc@tobias:~/flute-sender
[bmsc@tobias flute-sender]$ ./flute -A -d:session.sdp
FLUTE Receiver in automatic mode
File received: file:///./a_mulher_do_astronauta_64.3gp (TOI=1)
All files received, waiting for new files
Sender closed the session
[bmsc@tobias flute-sender]$
```

Figura 4-23 Recepção de conteúdos com o cliente Flute

Na Figura 4-24 temos a recepção de um conteúdo respeitante ao serviço *Content Cast* utilizando o cliente madFlute.



```
bmsc@bmsc:~/flute-sender
[bmsc@bmsc flute-sender]$ ./flute -S -d:session.sdp -F:./a_mulher_do_astronauta_64.3gp
Sending file: ./a_mulher_do_astronauta_64.3gp (TOI=1)
File sent: ./a_mulher_do_astronauta_64.3gp (TOI=1)
Sending session close packets
Total bytes sent: 847178
[bmsc@bmsc flute-sender]$
```

Figura 4-24 Envio de conteúdos com o servidor Flute

#### 4.4 Análise de resultados

Os resultados obtidos com os testes foram bastante satisfatórios e permitiram o aprofundamento de conhecimentos. Em relação ao aprovisionamento de conteúdos foram testadas duas possibilidades com as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

O acesso por HTTP é preferível para o aprovisionamento de apenas um conteúdo, tem uma interface mais amigável e permite uma gestão em tempo real dos conteúdos. Por sua vez o FTP permite o aprovisionamento em massa de conteúdos e permite fazer esse aprovisionamento de modo automático através de uma aplicação externa que se pode ligar por FTP e aprovisionar um ficheiro com vários conteúdos.

Em relação à entrega de conteúdos o servidor de vídeo Helix está a ser utilizado na plataforma DiNO tanto no maior operador Português como no maior operador Brasileiro de telecomunicações móveis, respectivamente a TMN e a Vivo. Os resultados obtidos são bastante satisfatórios e a utilização de endereços *multicast* no BM-SC também se realizou sem qualquer problema.

O servidor madFlute para a entrega de ficheiros foi bem sucedido, não se verificando erros nos ficheiros transmitidos. Segundo testes realizados ao madFlute pela comunidade de utilizadores, quer a velocidade de transferência, quer o controlo de erros têm resultados bastante satisfatórios.

As outras formas de entrega *unicast* existentes, tal como o servidor Helix foram herdadas do DiNO e também demonstraram até agora boas prestações.

## **4.5 *Resumo***

Este capítulo foi reservado à parte experimental, sendo feitas as avaliações e validações dos conhecimentos. Começou com a apresentação dos dois serviços escolhidos para o protótipo explicando o seu funcionamento. Seguidamente foi apresentada a arquitectura do demonstrador e foram executados os testes e a respectiva análise de resultados.

Com este capítulo ficam concluídos os estudos e desenvolvimentos do projecto sendo que o próximo capítulo é dedicado às conclusões.

# Capítulo 5

## *Conclusões*

---

No primeiro capítulo deste relatório fez-se uma breve introdução às razões que motivaram a execução desta dissertação e apresentaram-se os objectivos.

No segundo capítulo é feita uma análise do estado da arte onde foi feito um apanhado das tecnologias e dos conceitos que serviram de base para o trabalho aqui realizado.

O terceiro capítulo dedicou-se ao estudo do MBMS e à especificação e construção de alguns módulos do BM-SC que é o seu componente principal.

O quarto capítulo foi dedicado à validação e experimentação da tecnologia, nomeadamente do protocolo implementado entre o BM-SC e os fornecedores de conteúdos. Perante a impossibilidade de testar o BM-SC enquadrado numa rede UMTS com MBMS, foram feitas algumas experiencias que permitiram validar e consolidar o conhecimento adquirido.

Não existem de momento condições técnicas para testar em ambiente real os componentes do BM-SC que foram desenvolvidos. As aplicações para os terminais móveis ainda não suportam MBMS e as redes do operador móvel do grupo Portugal Telecom também não tem ainda disponível o MBMS na sua rede UMTS. Prevê-se que durante o ano de 2008 as operadoras móveis de telecomunicações invistam na rede UMTS no sentido de suportarem o MBMs. Optou-se por fazer a emulação dos processos mais importantes que estão envolvidos no MBMS.

Os objectivos propostos foram alcançados e estão lançadas as bases e adquiridos os conhecimentos necessários nomeadamente na área do *multicast* IP e do MBMS para a colocação de um BM-SC como produto comercial na rede de um operador móvel.

A nível da publicação dos conhecimentos obtidos foi publicado um artigo na edição de 2007 e proposto outro para a edição de 2008 da revista saber & Fazer Telecomunicações. Estes artigos permitiram dar a conhecer a investigação realizada nesta dissertação.

Este trabalho vai ter continuidade na empresa PT Inovação e ainda no primeiro semestre de 2008 o autor desta tese vai coordenar a equipa técnica de desenvolvimento de um BM-SC como produto comercial. Pretende-se com isto posicionar a PT Inovação na linha da frente nesta tecnologia com o objectivo de o disponibilizar aos operadores de telecomunicações móveis.

## 5.1 Trabalho Futuro

De seguida são apresentados alguns tópicos sobre o trabalho futuro que pode ser feito, com especial destaque para a evolução da arquitectura para uma rede IMS.

### Arquitectura

O modelo IMS está cada vez mais a emergir com vista a uma harmonização de tecnologias em torno das comunicações. Uma evolução possível para a arquitectura do BM-SC aqui proposta é a sua evolução para IMS, encontrando-se na *release 7* do UMTS as bases para essa evolução [4].

Numa primeira etapa podemos dotar o BM-SC com capacidades para suportar a sinalização IMS mas mantendo as suas funcionalidades. Nesta abordagem o protocolo com o servidor de conteúdos pode manter-se o mesmo.

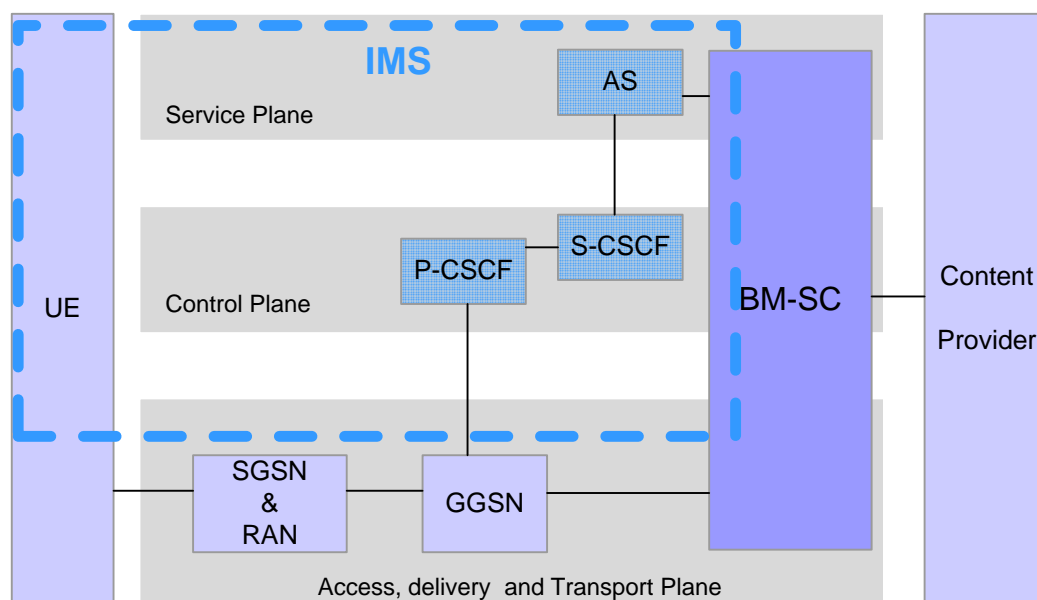


Figura 5-1 BM-SC envolvido numa rede IMS

Outra evolução possível é termos o BM-SC distribuído pelos componentes da rede IMS. Nesta abordagem os servidores de conteúdos também têm de implementar a sinalização

IMS (SIP) para interagirem com os componentes da rede. Os elementos que vão conter as funcionalidades do BM-SC estão destacados na Figura 5-2.

Os estudos sobre esta abordagem ainda se encontram numa fase muito embrionária. O projecto C-Mobile tem contribuído para a investigação feita nesta área.

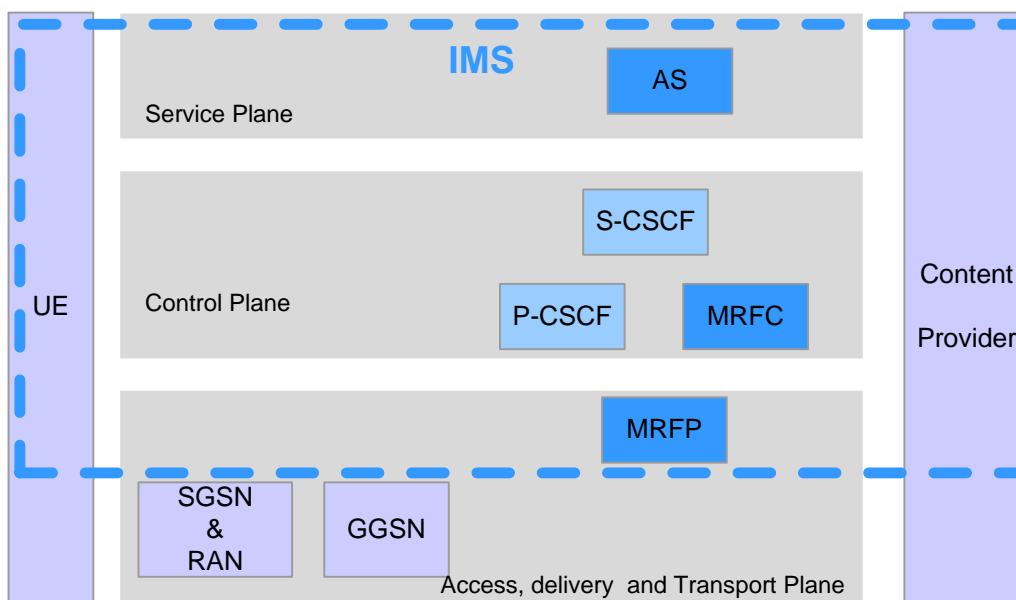


Figura 5-2 BM-SC distribuído pelos componentes da rede IMS

### Interactividade

Ao nível da interactividade uma evolução possível, no seguimento da evolução do BM-SC para IMS, é utilizar o protocolo SIP para a sinalização entre o utilizador, o BM-SC e os fornecedores de conteúdos.

Outra evolução é utilizar conteúdos que permitam interactividade como é o caso do HisTv ou do MPEG LASER.

### Conteúdos georeferenciados

Os fornecedores de conteúdos podem aprovisionar conteúdos que estão associados a uma localização geográfica. Com isto já é possível termos, por exemplo, conteúdos de uma determinada cidade. Uma evolução possível é conseguir hierarquizar esses conteúdos (por exemplo país, cidade, vila, rua) e poder armazená-los em função da sua localização geográfica. Desta forma os serviços que fornecem conteúdos baseados em localização teriam acesso a informação mais estruturada.

### **Pesquisa de conteúdos pelos utilizadores**

Ao nível da pesquisa de conteúdos (*discovery*) uma evolução possível seria personalizar os mecanismos de pesquisa. Os diversos conteúdos podiam ser apresentados em função do perfil do utilizador. Permitir esta personalização nos mecanismos de pesquisa permite orientar os potenciais clientes para os conteúdos que mais lhes interessam ou que mais interessam ao operador móvel vender. Outra vantagem é permitir que o processo de pesquisa seja mais rápido permitindo assim uma eventual poupança de recursos.

Nos anexos {G} e {H} encontra-se uma explicação do IMS e do SIP.

# Referências

---

- [1] JaeWook Shin, Aesoon Park, "Design of MBMs Client Functions in the Mobile
- [2] 3GPP TS 23.246, Architecture and functional description
- [3] 3GPP TS 26.346, Protocols and codecs
- [4] 3GPP TS 23.847, Facilitating Multicast Bearer services
- [5] 3GPP TS 29.061, supporting packet based services
- [6] RFQ 4005, Diameter Network Access Server Application
- [7] Fundamentos das Telecomunicações, Vasco Freitas, Universidade do Minho
- [8] Prof. Dr. Claus Sattler, "International Activities and Trends in Broadcast Mobile Convergence", WIMA 2006, 2.2.2006.
- [9] Dr. Uwe Horn, Ericsson, "Mobile Broadband - Trends und Technologien ab 2005", 2005,
- [10] H. Hoolbrook, B. Cain, and B. Haberman, "*Using Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3) and Multicast Listener Discovery Protocol Version 2 (MLDv2) for Source-Specific Multicast*", RFC 4604, 2006
- [11] P. Savola, "*Overview of the Internet Multicast Addressing Architecture*", IETF MBONED Working Group Internet Draft (draft-ietf-mboned-addrarch-05.txt), 2006
- [12] Hélder Biscaia, João Ricardo Silva, Bruno Cabral, Victor Baptista, DiNO (Download Innovation) Plataforma de Gestão e Entrega de Conteúdos, Revista Saber & Fazer Telecomunicações 2006
- [13] <http://www.openmobilealliance.org/>
- [14] N. Baker, M. Zafar, A. Al-Hezmi, M. Fuchs. Enabling Multimedia Broadcast/Multicast, Services over Converged Networks
- [15] Projecto C-Mobile, documento WP4\_UCY\_D43, <http://c-mobile.ptinovacao.pt/>
- [16] "Mobile Broadcast/Multicast Service (MBMS) – White Paper", MediaLab, TeliaSonera, Finlândia, 08/2004.
- [17] [http://www.decno.de/slides/sys2000/Vortraege\\_2903/2G03.pdf](http://www.decno.de/slides/sys2000/Vortraege_2903/2G03.pdf)

- [18] Projecto C-Mobile, documento WP5\_D51, <http://c-mobile.ptinovacao.pt/>
- [19] Projecto C-Mobile, documento WP5\_D52, <http://c-mobile.ptinovacao.pt/>
- [20] Projecto C-Mobile, documento WP6\_D62, <http://c-mobile.ptinovacao.pt/>
- [21] [http://publik.tuwien.ac.at/files/pub-et\\_12873.pdf](http://publik.tuwien.ac.at/files/pub-et_12873.pdf) (mobile TV bitrate)
- [22] C-MOBILE project web page: <http://c-mobile.ptinovacao.pt>
- [23] 3GPP TS 26.346 V6.9.0 (2007-06), Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS), Protocols and codecs (Release 6)
- [24] A. Al-Hezmi, M. Knappmeyer, B. Ricks, Filipe Cabral Pinto, R. Tönjes, Enabling IMS with Multicast and Broadcast Capabilities, PIMRC 2007
- [25] Filipe Cabral Pinto, Adel Al-Hezmi, Michael Knappmeyer, Björn Ricks, Signalling for IMS and MBMS Integration, submitted to Mosharaka 2007
- [26] D. Thaler, M. Handley, and D. Estrin, "The Internet Multicast Address Allocation Architecture", RFC 2908, 2000.
- [27] M. Handley, C. Perkins, and E. Whelan, "Session Announcement Protocol", RFC 2974, 2000.
- [28] Filipe Cabral Pinto, António Videira, João Gonçalves, Hugo Cabral, Plataforma de Broadcast e Multicast da PTIN, Revista Saber & Fazer Telecomunicações 2007
- [29] Projecto C-Mobile, documento WP2\_D21, <http://c-mobile.ptinovacao.pt/>



# Anexos

## A. UMTS

No capítulo trabalho desenvolvido foi apresentado um resumo do UMTS. Neste anexo vamos ver a arquitectura e as principais características de cada uma das *releases*.

O sistema UMTS é constituído por vários elementos de rede que estão associados e que podem ser divididos em três grupos:

- Equipamento móvel (UE);
- Rede de acesso (UTRAN);
- Rede núcleo (CN).

A Figura 7-1 tem uma visão da arquitectura da rede UMTS.

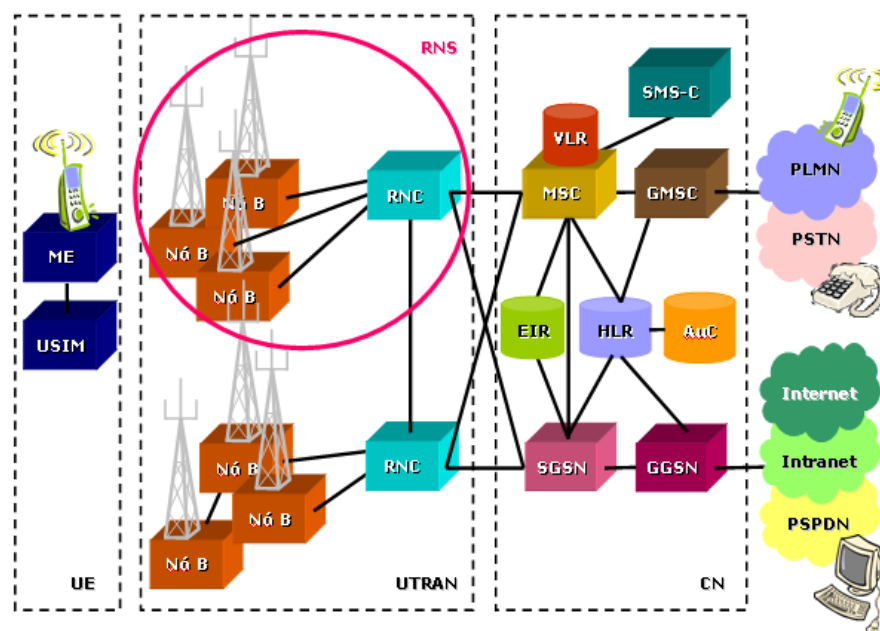


Figura 7-1 Arquitectura do UMTS

As principais funções da CN são a comutação, o encaminhamento e a interligação com as redes externas para transporte das comunicações entre os utilizadores móveis. A arquitectura desta camada é baseada na rede GSM com GPRS e suporta a comutação de

circuitos e a comutação de pacotes e herdou a comutação de circuitos do GSM e a comutação de pacotes do GPRS.

Os elementos responsáveis pela comutação de circuitos são o MSC (Mobile Switching Center) e o Gateway MSC (GMSC). O VLR (Visitor Location Register) é uma base de dados associada ao MSC.

A comutação de pacotes é feita pelo SGSN (Serving GPRS Support Node) e pelo GGSN (Gateway GPRS support node). A base de dados HLR (Home Location Register) é partilhada por ambos os domínios.

As principais funções da UTRAN são a gestão, o controlo, a atribuição de recursos rádio e a gestão da mobilidade. Fazem parte desta camada dois novos componentes, o RNC (Radio Network Controller) e o Nó B (estação base UMTS). A camada UTRAN divide-se em vários sistemas de redes individuais denominadas por RNS (Radio Network System). O RNC é responsável pelo controlo de recursos rádio dos Nós B do seu RNS. O Nó B tem como função o estabelecimento, a remoção, a transmissão e a recepção dos canais rádio.

A camada UE é constituída pelos equipamentos terminais que são utilizados pelos clientes das redes para estabelecerem a comunicação rádio. O USIM (UMTS Subscriber Identity Module) é o cartão inteligente que guarda a informação necessária para o terminal, destacando-se a informação de identificação, algoritmos e chaves para a cifrar as comunicações.

Como já visto anteriormente, as várias especificações do UMTS estão agrupadas em *releases*, vamos agora ver as principais características de cada uma delas.

### **Release 99**

Foi a primeira *release* do 3GPP para UMTS e especifica um modelo base para as comunicações, nomeadamente a arquitectura apresentada na figura 7.1 que especificada anteriormente. Esta *release* abrange já um conjunto de serviços dos quais se destaca o MMS (Multimédia messaging system) e os serviços de localização (LBS).

### **Release 4**

Com esta *release* o UMTS passou a ter uma arquitectura híbrida com a UTRAN baseada em ATM e a *Core Network* baseada em IP.

Foram feitas melhorias ao nível dos serviços através da utilização de ferramentas como o CAMEL.

A qualidade de serviço sofreu também melhorias permitindo o melhor funcionamento de serviços em tempo real e de uma maneira geral utilizar serviços com mais segurança, com autenticação e com privacidade.

## **Release 5**

Nesta *release* foram introduzidas melhorias na interface rádio e rede de acesso (UTRAN). Também foram alteradas as ferramentas USIM e alguns aspectos relacionados com a transferência de mensagens e segurança.

A grande novidade foi a possibilidade de utilizar o IP para o transporte de dados na UTRAN como alternativa ao ATM e a introdução do IMS (IP Multimedia Subsystem) na camada core. A utilização do IMS na CN tem como objectivo suportar aplicações que envolvem componentes multimédia tais como áudio e vídeo, garantindo qualidade de serviço. Com o IMS foi também dado um passo importante com vista a permitir a convergência entre redes.

## **Release 6**

Esta *release* tem como principais objectivos melhorar a capacidade, a qualidade de serviço e a distribuição de conteúdos multimédia.

Foi introduzida a capacidade de difusão e *multicast* (MBMS) nas rede UMTS e é no fundo este melhoramento que torna possível a realização desta dissertação.

Com a *release* 6 é possível a ligação da mesma UTRAN a diferentes redes core, permitindo a partilha de elementos da RAN e dos recursos rádio.

Outra alteração é permitir o acesso a serviços de forma prioritária a determinados utilizadores previamente autorizados. Estes utilizadores passam assim a ter acesso prioritário aos canais de rádio em situações de congestionamento da rede.

Com esta *release* foram ainda feitos melhoramentos ao nível do IMS.

## **Release 7**

Esta *release* pretende aumentar as capacidades do IMS com vista a permitir uma convergência fixo-móvel.

Ao nível da transmissão são feitas melhorias ao nível da eficiência espectral através de novos métodos de codificação, de modulação e de sistemas com múltiplas antenas.

Outra grande vantagem é a integração de outras tecnologias rádio garantindo a mobilidade entre os sistemas e o acesso aos serviços de voz tradicionais.

## **B. MBMS**

No terceiro capítulo já foi feito um estudo do MBMS. Neste capítulo vai ser complementada esse estudo.

## Acesso Rádio

A arquitectura do UMTS teve de sofrer alterações nos canais rádio por forma a suportar estes requisitos do MBMS:

- Uso eficiente de todos os recursos da rede para o caso de existirem muitos ou poucos utilizadores na mesma célula a receberem a mesma informação;
- Uso de um canal comum na interface rádio para todos os utilizadores com uma QoS aceitável;
- Suportar ritmos de transmissão elevados e variáveis;
- Tentar minimizar o consumo potência no telemóvel;
- Garantir a retro compatibilidade com as outras *releases* do UMTS.

Existem dois modos de transmissão para o MBMS, a transmissão um para um (PtP) e a transmissão um para muitos (PtM).

A comunicação *PtM* é utilizada para a transmissão dos conteúdos e a comunicação *PtP* é utilizada para a sinalização e para a transmissão de conteúdos nos casos em que existem poucos utilizadores a receber os conteúdos na célula.

Como se pode ver na Figura 7-2 as comunicações feitas através da interface rádio dividem-se em três tipos de canais: Lógicos, Transporte e Físicos.

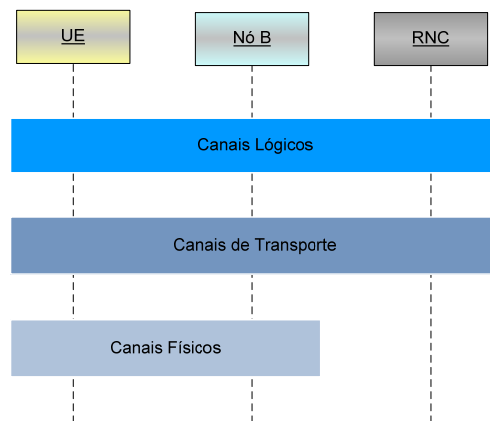


Figura 7-2 Canais UMTS da UTRAN

Os canais lógicos são mapeados em canais de transporte na camada MAC [17]. Os canais físicos são utilizados para o transporte da informação entre o NóB e os terminais móveis.

No MBMS é utilizado o canal de transporte FACH (Forward Access Channel) para o envio dos conteúdos. É um canal comum, sem controlo de potência adquando-se às exigências de funcionamento do MBMS.

## Modos

Como a própria sigla MBMS indica existem dois modos, o *broadcast* e o *multicast* que o MBMS suporta para a entrega de conteúdos. Estes dois modos já foram explicados no capítulo terceiro sendo neste anexo são apresentadas duas ilustrações que sintetizam o modo de funcionamento de cada um deles.

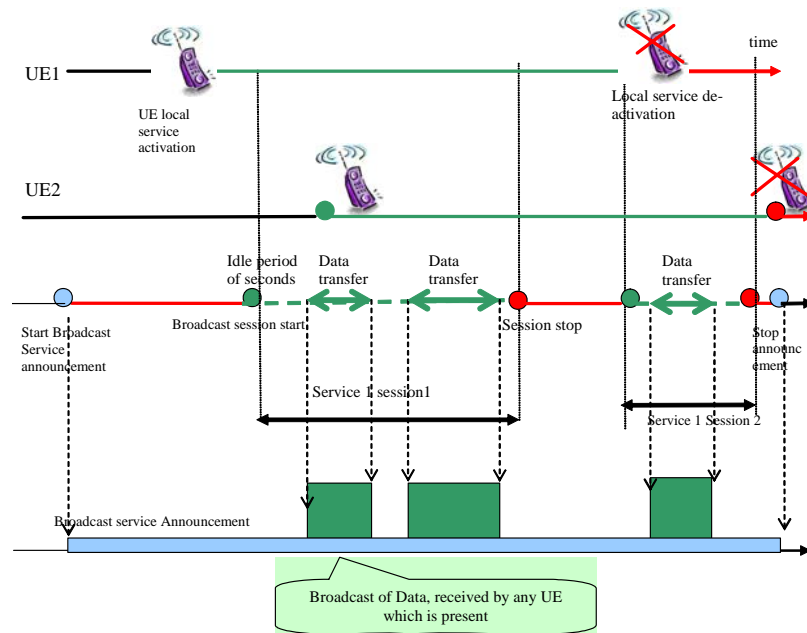


Figura 7-3 Modo Broadcast do MBMS

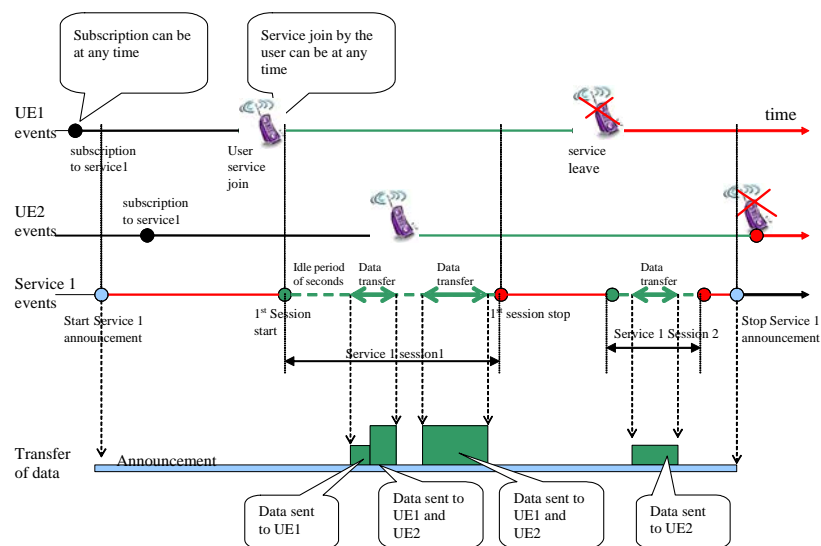


Figura 7-4 Modo Multicast do MBMS

## Controlo de Erros

O controlo de erros é bastante importante no MBMS. Trata o problema da codificação da informação para a transmissão cuja finalidade é a de permitir controlar os erros de transmissão em sistemas de telecomunicações não fiáveis ou ruidosos.

As transmissões MBMS estão sujeitas a erros pelo que são aqui abordados mecanismos quer para detectar e corrigir erros quer para pedir a retransmissão de informação corrompida. Tipicamente numa transmissão em modo *Streaming* apenas é utilizada a correcção de erros que é capacidade de Forward Error Correction do MBMS. O FEC é o único mecanismo utilizado quando só existe um canal num só sentido ou, no caso do *Streaming*, quando a retransmissão é impraticável.

Para o Download de ficheiros utiliza-se também o pedido de retransmissão da informação errada que é tratado no MBMS pelo Associated Delivery. Como o MBMS permite a comunicação nos dois sentidos através de procedimentos específicos para o reenvio de informação as aplicações dos terminais móveis podem pedir o reenvio da informação sempre que se detectem erros.

São dois os principais tipos de ruído que afectam as telecomunicações digitais [7], o ruído impulsivo e o ruído branco. No caso do ruído branco a ocorrência de um erro num determinado dígito (binário) não afecta os dígitos subsequentes, sendo as ocorrências de erros estatisticamente independentes. Por sua vez o ruído impulsivo é caracterizado por largos intervalos de tempo em que os dígitos não são corrompidos intercalados por bursts de dígitos corrompidos. Estes tipos de erros são estatisticamente dependentes.

Os tipos de códigos para controlo de erros são basicamente os códigos de bloco e os códigos convolucionais. Nos códigos de bloco cada conjunto de dígitos de informação é acompanhado de um conjunto de dígitos redundantes. Nos códigos convolucionais não existe esta separação, um conjunto de dígitos de informação é transformado noutro diferente que permite o controlo dos erros. No MBMS são utilizados os códigos de bloco.

## Técnicas de diversidade para o MBMS

Cada vez mais a utilização do UMTS faz-se em cenário urbano, com bastantes obstáculos e com uma grande mobilidade dos terminais móveis. Tudo isto dificulta a propagação e a captação do sinal rádio. O MBMS também tem estas características e está também sujeito a estes constrangimentos.

O sinal transmitido no canal de comunicação pode sofrer várias distorções dos quais se destaca o desvanecimento lento e rápido. O desvanecimento lento é causado pela presença de obstáculos físicos e o desvanecimento rápido é causado pelos múltiplos percursos possíveis, desfasados no tempo, que existem para o sinal chegar aos terminais móveis.

Estes factores podem contribuir para uma degradação da qualidade da transmissão rádio. O MBMS requer eficiência na transmissão da informação e um reduzido atraso entre os

pacotes transmitidos. De seguida vamos ver algumas técnicas utilizadas para atenuar estes problemas.

A diversidade, como o próprio nome indica, trata-se de múltiplas réplicas do sinal que são transmitidas e combinadas entre si de forma a aumentar a totalidade da potência recebida pelos terminais móveis sem que haja qualquer aumento da potência transmitida.

Diferentes técnicas de diversidade foram estudadas durante várias décadas com o objectivo de melhorar a qualidade da comunicação e sem aumentar a complexidade dos receptores e essencialmente sem aumentar a potência transmitida.

As principais técnicas de diversidade utilizadas são:

- **Diversidade Temporal:** Esta técnica consiste em transmitir o sinal em instantes de tempo distintos sendo que o intervalo de separação entre réplicas deve ser superior ao tempo de coerência do canal. Assim garante-se que as diferentes réplicas sofram desvanecimentos independentes na recepção;
- **Diversidade da Frequência:** Esta técnica consiste em modular a informação transmitida através de várias portadoras diferentes. Estas portadoras têm de estar suficientemente separadas na frequência para que o desvanecimento a que estão sujeitas pelo canal de propagação sejam pouco correlacionadas;
- **Diversidade das Antenas:** Outra técnica é utilizar uma única antena na transmissão e várias antenas para a recepção do sinal nos terminais móveis. Este é método mais comum de diversidade. As antenas de recepção devem ser espaçadas de modo que as cópias recebidas do sinal sofram desvanecimentos independentes.

### **C. BM-SC**

#### **Camada Aplicacional**

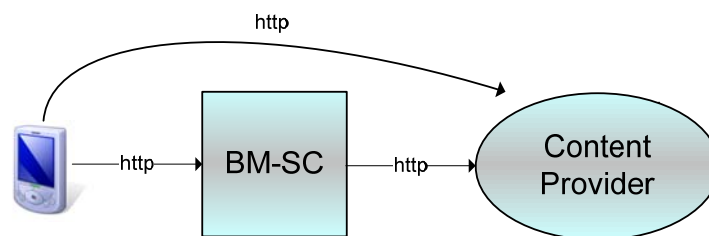
Nesta camada são implementados os mecanismos de discovery dos serviços e conteúdos. Para além do serviço Interactive Mobile TV e do Content Cast que já foram vistos no capítulo da validação e experimentação outros serviços podem ser aqui implementados como é o caso do serviço de downloads de aplicações para os telemóveis que inclui conteúdos do tipo:

- Imagens;
- Toques monofónicos, polifónicos e reais;
- Clips de áudio, incluindo músicas completas, mp3 e outros formatos;

- Vídeó clips;
- Conteúdos áudio e vídeó via RTSP streaming;
- Java, Symbian, jogos Smartphone;
- Sons e clips de áudio;
- Vídeó clips

O utilizador faz a subscrição deste serviço e selecciona os conteúdos que pretende receber e eles serão entregues tipicamente ao fim do dia ou repetidamente de x em x horas a todos os utilizadores interessados.

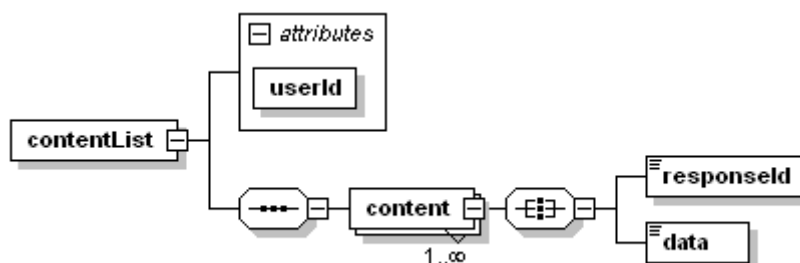
A aplicação que gere a interactividade também faz parte desta camada. A interactividade pode ser feita desde o utilizador para o BM-SC ou directamente para os Servidores de Conteúdos. A Figura 7-5 ilustra a interactividade.



**Figura 7-5 Interactividade**

O conteúdo que é passado neste canal é em XML<sup>11</sup> e é enviado sobre HTTP. A interactividade, como já vimos para o serviço *Interactive Mobile TV*, pode ser utilizado para fazer votações ou para a realização de compras associadas a conteúdos que estão a ser visualizados.

A Figura 7-6 ilustra o *Schema* do XML que contem a informação que o utilizador envia para o BM-SC ou para os Servidores de Conteúdos e em baixo o respectivo XSD que descreve cada um dos campos. Os dados enviados contêm a identificação do utilizador e um conjunto de respostas composto por um identificador e por um campo de dados.



**Figura 7-6 Schema da Interactividade**

<sup>11</sup> eXtensible Markup Language, linguagem que permite descrever vários tipos de dados.



## XSD

```
<?xml version="1.0"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="contentList">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="content" maxOccurs="unbounded">
          <xs:complexType>
            <xs:all>
              <xs:element name="responseId" type="xs:string"/>
              <xs:element name="data" type="xs:string"/>
            </xs:all>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="userId" type="xs:string" use="required"
form="unqualified"/>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```

Nesta camada existe também o protocolo de comunicação com os Servidores de Conteúdos que vai ser analisado na secção das Interfaces.

## Camada dos Service Enablers

No modelo OMA apresentado no estado da arte foi apresentada a definição e a finalidade dos Service Enablers.

Para a especificação do BM-SC foram identificados vários Service Enablers, cada um deles desempenhando uma função bem definida no contexto do MBMS. Optou-se por separá-los em dois grupos, os que são indispensáveis à implementação das funcionalidades do BM-SC e os que desempenham funções complementares.

### Indispensáveis ao funcionamento do BM-SC:

- Service Protection;
- Content Management;
- Group Management;
- Session Management;
- Service Scheduling;
- Service Announcement;

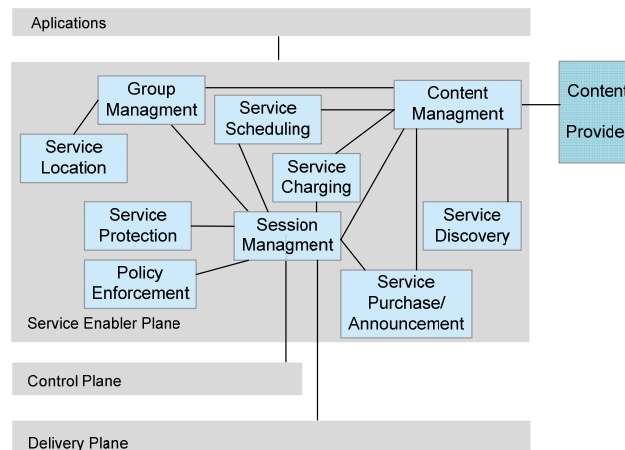
### Complementares ao funcionamento do BM-SC:

- Service Charging,
- Service Discovery;
- Service Purchase;
- Service Location;
- Policy enforcement;

### As várias funções do BM-SC são implementadas da seguinte forma:

- Service Announcement: Service Announcement;
- Security: Service Protection e Policy enforcement;
- Membership Function: Group Management
- Session and Transmition: Content Management, Scheduling e Session Managment
- Proxy and Transport: Camada de controlo e pelo Diameter Resource Adapter.

Na Figura 7-7 podemos ver as interligações existentes entre os vários Service Enablers.



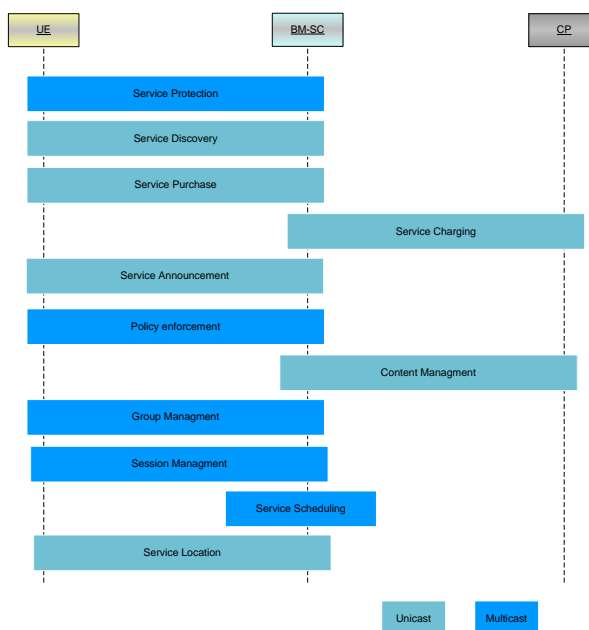
**Figura 7-7 Interação entre os Service Enablers**

O Session Management tem aqui um papel central com ligação a praticamente todos os outros. Este Service Enabler é responsável por gerir as sessões multicast existentes. Tem uma ligação à camada de controlo para a sinalização e à camada de Delivery para controlar a entrega de conteúdos.

O Content Management para além das funções associadas à gestão de conteúdos implementa também o interface com os fornecedores de conteúdos.

Embora os vários Service Enablers estejam implementados no BM-SC, a um nível mais conceptual quer os utilizadores quer os fornecedores de conteúdos interagem com eles.

A Figura 7-8 contém os Service Enablers numa perspectiva de interacção com os componentes fazendo a distinção do modo, *unicast* ou *multicast*, em que funcionam.



**Figura 7-8 Utilização dos Service Enablers**

Podemos ver que em alguns deles abrangem os utilizadores e o BM-SC. O Service Charging e o Content Management abrangem o BM-SC e os fornecedores de conteúdos. Por sua vez o Service Scheduling apenas se restringe ao BM-SC.

## Interfaces

O BM-SC possui interfaces com os Servidores de conteúdos e com o GGSN. Ambas têm um canal de sinalização e um canal de dados.

De seguida encontra-se a descrição das interfaces.

### Interface com o GGSN

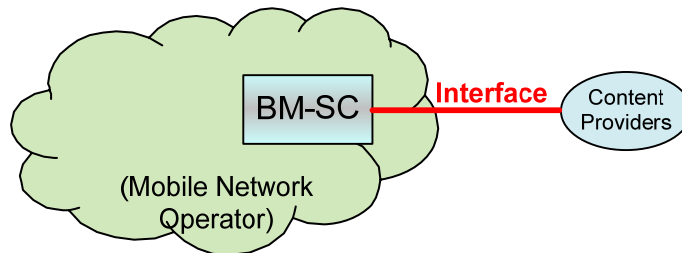
A interface entre o GGSN e o BM-SC foi implementada tendo por base uma *stack* Diameter existente na PT Inovação, encontrando-se uma explicação no anexo {F}.

Sobre esta *stack* foram implementados os AVPs e as Mensagens necessárias para a implementação do Gmb sendo seguidas as norma do 3GPP 29.061 [5] e o RFQ 4005 [6]

### Content Provider Interface

A interface entre o BM-SC e os servidores de conteúdos embora seja quase toda implementada na camada aplicacional é nesta camada de controlo que encontramos os componentes (FTP e HTTP) indispensáveis à troca de informação durante o processo de aprovisionamento.

Esta interface está ilustrada na Figura 7-9 como não se encontra ainda normalizada, nesta dissertação é proposta uma implementação desta interface.

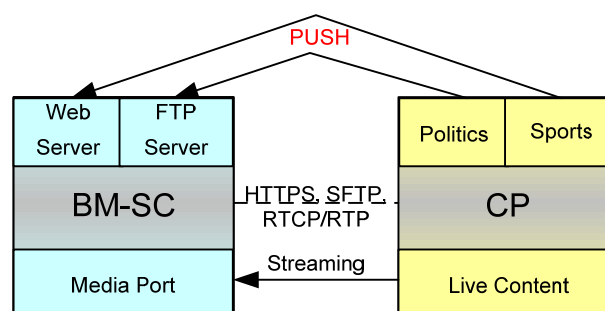


**Figura 7-9 Interface entre o BM-SC e os Content Providers**

Esta interface tem como objectivo permitir o aprovisionamento de conteúdos e a respectiva gestão (consulta, inserção, remoção, listagem). Os conteúdos podem ser transmitidos no aprovisionamento ou então serem apenas publicitados em é aprovisionado apenas uma referência para o conteúdo.

O aprovisionamento pode ser feito através de um site de administração utilizando HTTP ou através do protocolo FTP depositando um ficheiro com os conteúdos que vão ser processados posteriormente.

A Figura 7-10 ilustra a comunicação existente entre o BM-SC e os servidores de conteúdos.



**Figura 7-10 Comunicação entre o BM-SC e os Servidores de Conteúdos**

A plataforma DiNO já possui uma interface de administração. Esta interface foi alterada para suportar os requisitos do MBMS.

As principais diferenças foram:

- Passou a existir o conceito de serviço e de grupo. Um serviço é composto por um ou mais conteúdos que têm associados um determinado grupo multicast.
- Passou a existir conteúdos georeferenciados. Cada conteúdo tem associado informação de localização abrindo caminho a novos serviços baseados em localização.
- O agendamento da entrega de conteúdos pode ser feito pelo fornecedor do conteúdo. A entrega de conteúdos pode ter uma hora predefinida no provisionamento ou é entregue seguindo um dado critério (normalmente o QOS da rede).

### **Interface WEB de Administração**

É na camada aplicacional que a interface WEB se encontra implementada. O armazenamento e gestão de conteúdos é feito pelo *Content Management* e a parte do agendamento da entrega dos conteúdos fica a cargo do *Service Scheduler*.

A interface Web tem as seguintes funcionalidades:

- Adicionar novos conteúdos;
- Remover conteúdos;
- Consultar e editar conteúdos.

Adicionar novos conteúdos:

Para além da informação que caracteriza o conteúdo também pode ser colocada informação que referencia o conteúdo para os casos em que ele continua a residir no fornecedor e apenas é provisionado a referência. Para estes casos é no momento da entrega que o conteúdo é obtido.

Na Figura 7-11 temos um conteúdo provisionado.

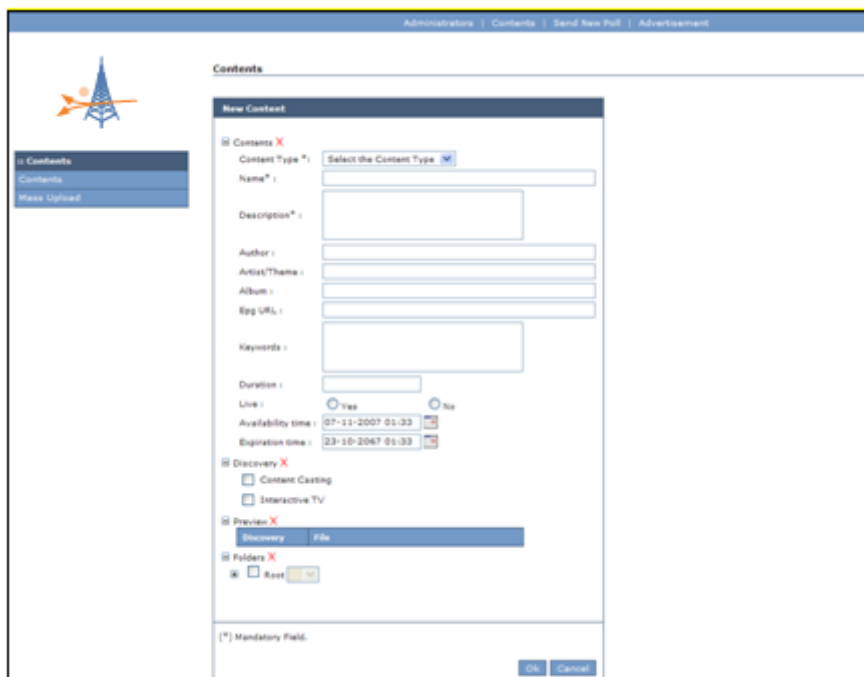


Figura 7-11 Aprovisionamento de um conteúdo

Na Figura 7-12 temos um exemplo da edição de um conteúdo e na Figura 7-13 o exemplo de uma listagem.

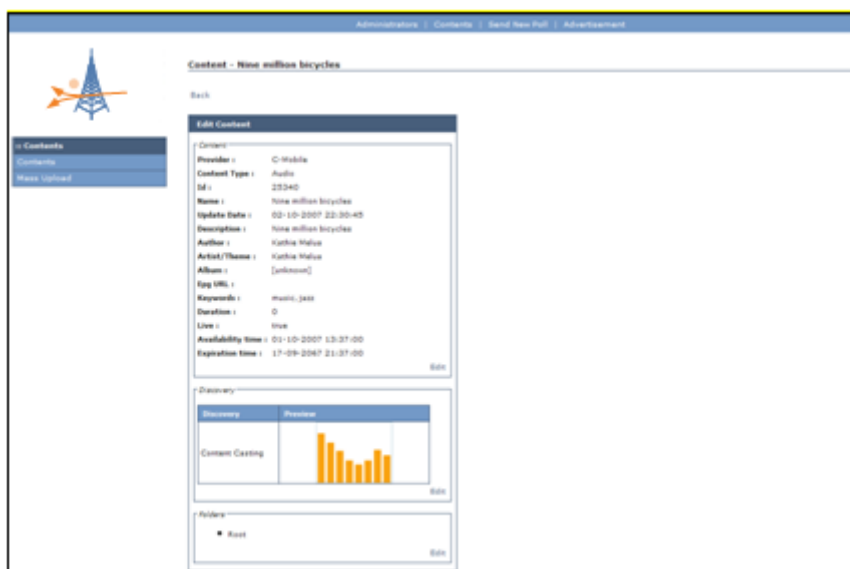


Figura 7-12 Edição de um conteúdo

Id	Name	Preview	Insertion Date	Publication Date	Status	Actions
25380	032045		02-10-2007 14:51:35	03-10-2007 16:50:00	Active	
25320	Wanwaner		29-09-2007 22:09:40	29-09-2007 22:04:00	Active	
25340	Nono million locusts		01-10-2007 21:50:06	02-10-2007 21:07:00	Active	
25440	Tour		23-10-2007 21:22:29	24-10-2007 21:26:00	Active	
25360	non file paggy walls		01-10-2007 22:11:23	02-10-2007 21:02:00	Active	

Figura 7-13 Listagem de conteúdos

## Interface FTP

Esta interface permite fazer o aprovisionamento em massa de conteúdos. Na interface WEB os conteúdos são aprovisionados um a um enquanto que através da interface FTP podem ser aprovisionados vários conteúdos de uma só vez.

Os servidores de conteúdos depositam por FTP o ficheiro compactado no formato ZIP que tem informação sobre os vários conteúdos que depois vão ser aprovisionados.

O ficheiro enviado tem o seguinte conteúdo:

- Um ficheiro XML com as características dos conteúdos;
- Uma directoria onde estão colocados os binários;
- Uma directoria onde estão colocados os *previews*.

## Estrutura do ficheiro XML

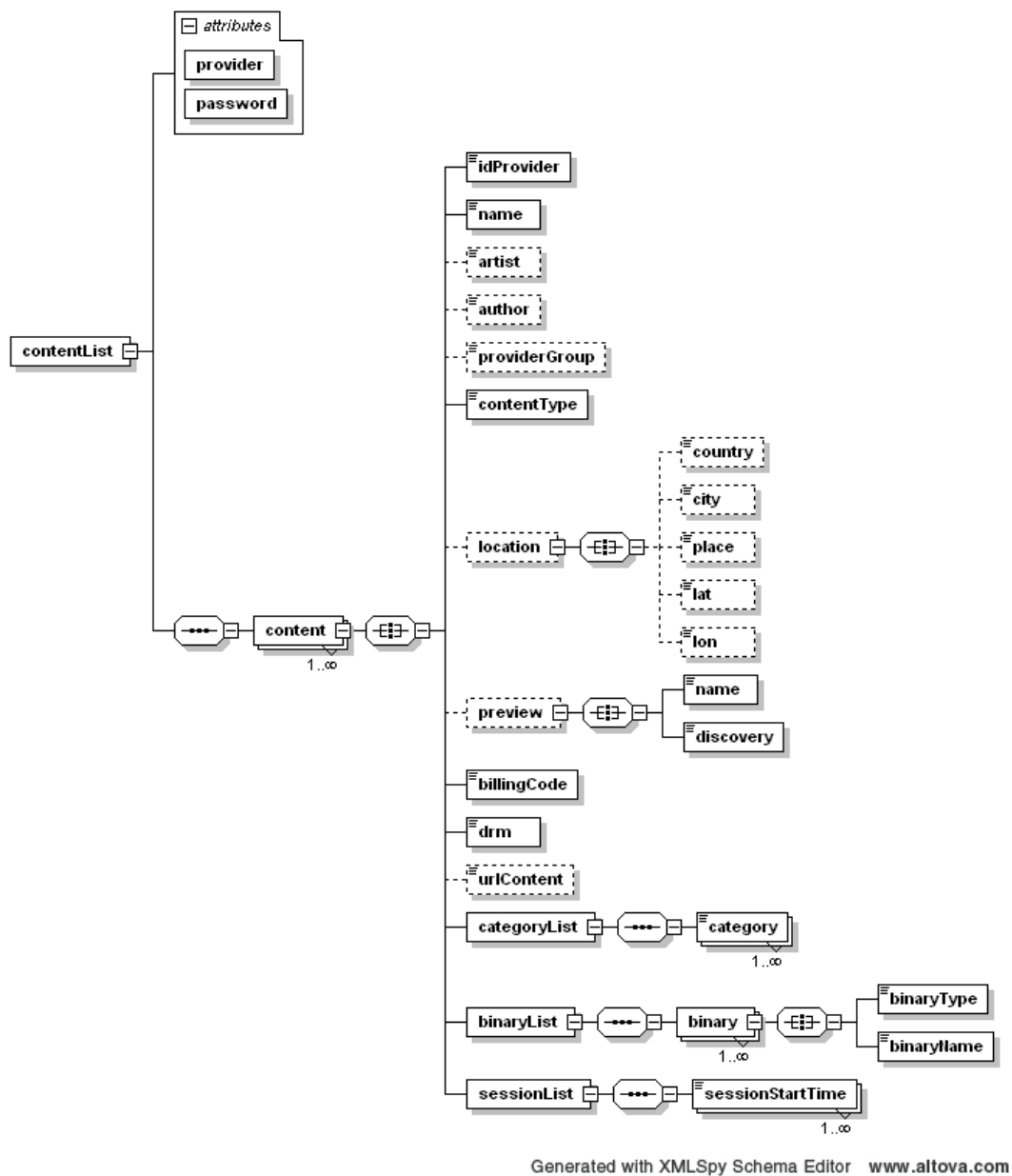


Figura 7-14 Schema do protocol com os Content Providers

Na tabela seguinte encontra-se a listagem destes elementos.



<i>IdProvider</i>	Mandatory field. Identify content.
<i>Name</i>	Mandatory field. Content Name.
<i>Author</i>	Optional field. Author(s) Name(s).
<i>Artist</i>	Optional field. Artist Name.
<i>ProviderRef</i>	Optional field. .
<i>CategoryList</i>	Mandatory field. Identify categories to which content belongs. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Category must exist on the BMSC. (case sensitive)</li> <li>▪ Complete hierarchy for each category:</li> </ul>
<i>Provider</i>	Mandatory field. Provider name, defined as username on platform.
<i>ContentType</i>	Mandatory field. Content Type. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Text Cards</li> <li>○ Group Images</li> <li>○ Images</li> <li>○ Picture Messaging</li> <li>○ Themes</li> <li>○ Polyphonic tones</li> <li>○ Screensavers</li> <li>○ Real tones</li> <li>○ Wallpapers</li> <li>○ Vídeo</li> <li>○ Audio</li> </ul>
<i>RequestCode</i>	Optional field. SMS Code.
<i>BillingCode</i>	Optional field.
<i>UsageCategory</i>	Mandatory field. Usage categories: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1 - Download 1 Time</li> </ul>
<i>Drm</i>	Mandatory field. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Open</li> <li>• 2 Forward Lock (only for devices that support this; open for the others)</li> </ul> Enforced Forward Lock (only for devices that support FL).
<i>BinaryList</i>	Optional field. Binary List for the content. Each binary must have: <ul style="list-style-type: none"> <li>•1 binaryName – Name of binary.</li> <li>•2 binaryType – Type of binary ( same as terminal group name – case sensitive).</li> </ul>
<i>urlContent</i>	Optional field.
<i>PreviewList</i>	Mandatory field. (Must have one entry for this field).
<i>location</i>	Optional field.

**Tabela 1 Protocolo com os Content Providers**

## Sinalização

Para o funcionamento do MBMS são necessárias interações entre os vários elementos da rede e nomeadamente as interações internas do BM-SC. Pretendendo-se nesta secção focar as mensagens que são trocadas do ponto de vista dos serviços.

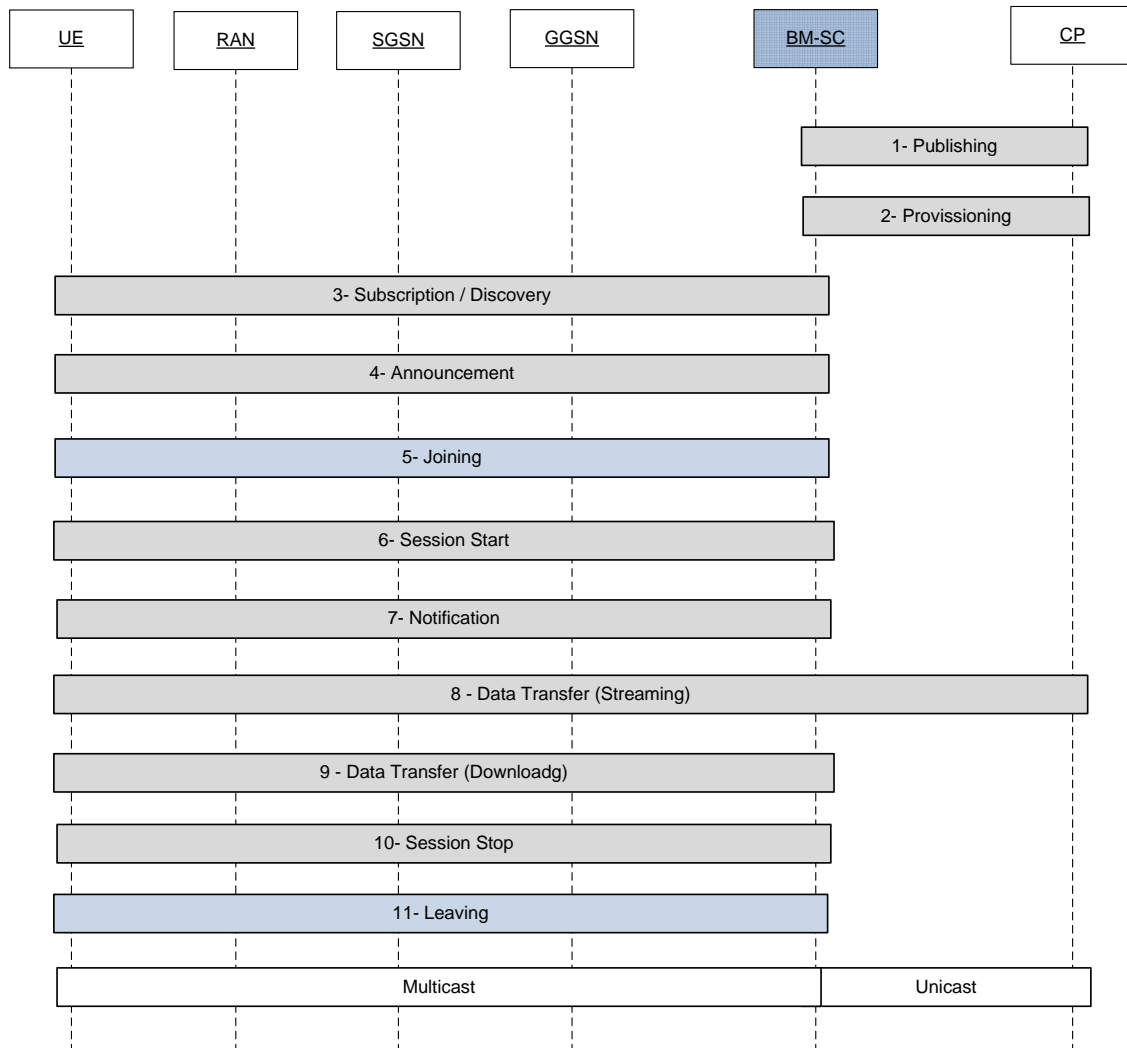


Figura 7-15 Sinalização MBMS

### 1- Publishing

Para que um conteúdo possa ser entregue aos utilizadores ele tem de ser previamente provisionado no BM-SC. Para os conteúdos *live* apenas é provisionado uma referência para o conteúdo que depois vai permitir aceder a ele na altura em que tem de ser transmitido.

### 2- Provisioning

Para os conteúdos que não são *live* é feito um aprovisionamento e o conteúdo passa a residir no BM-SC.

### **3- Subscription and Discovery**

O utilizador para receber os conteúdos tem de primeiro fazer uma subscrição do serviço utilizando as aplicações do BM-SC para o efeito. Para alguns serviços pode ser feita também uma escolha dos conteúdos que se querem receber.

### **4- Announcement**

Quando chega a hora de transmissão do conteúdo é enviado um aviso aos subscritores do serviço com a informação do conteúdo que vai ser enviado. Para alguns dos casos pode ser enviado o aviso para mais do que um conteúdo.

### **5- Joining**

Para o modo *multicast* é necessário o utilizador fazer uma adesão ao serviço. Esta adesão é feita depois de o utilizador receber o anúncio do serviço. É nesta fase que são criados os contextos MBMS.

### **6- Session start**

O BM-SC antes de começar a enviar o conteúdo informa a rede para serem feitas as activações necessárias.

### **7- Notification**

Antes de ser começar a ser enviado o conteúdo é feita uma notificação desse envio. Isto vai permitir que as aplicações do utilizador tenham conhecimento que o conteúdo vai começar a ser transmitido.

### **8- Data Transfer (streaming)**

Nesta fase começa a ser transmitido o conteúdo. Como se trata de um conteúdo live o servidor de vídeo do BM-SC informa o servidor de conteúdos para começar a transmitir. O servidor de conteúdos pode ser informado previamente e depois de assegurar que pode iniciar a transmissão, pode começar a transmitir uns instantes antes para o processo de transferência ser mais rápido.

### **9- Data Transfer (download)**

Tal como na fase anterior o conteúdo vai começar a ser transmitido. No entanto neste caso o conteúdo já se encontra aprovisionado no BM-SC.

### **10- Session stop**

Nesta fase o conteúdo acabou de ser transmitido e vão ser libertados da rede os recursos alocados durante a transmissão.

### **11- Leaving**

O utilizador informa o BM-SC que pretende abandonar o grupo *multicast* que estava a ser utilizado para a transmissão do conteúdo.

## D. Projecto C-Mobile

O projecto Europeu C-Mobile tem como objectivo desenvolver as tecnologias de broadcast e multicast em redes móveis "para além do 3G", considerando uma rede convergente global com múltiplos canais de transporte de diferentes tecnologias.

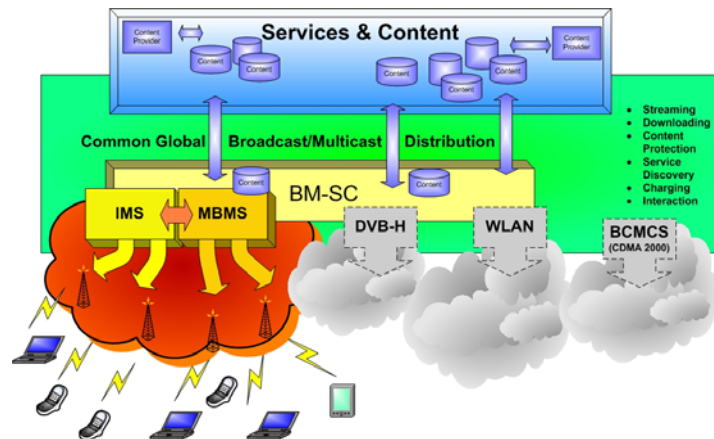


Figura 7-16 Arquitectura base do C-Mobile

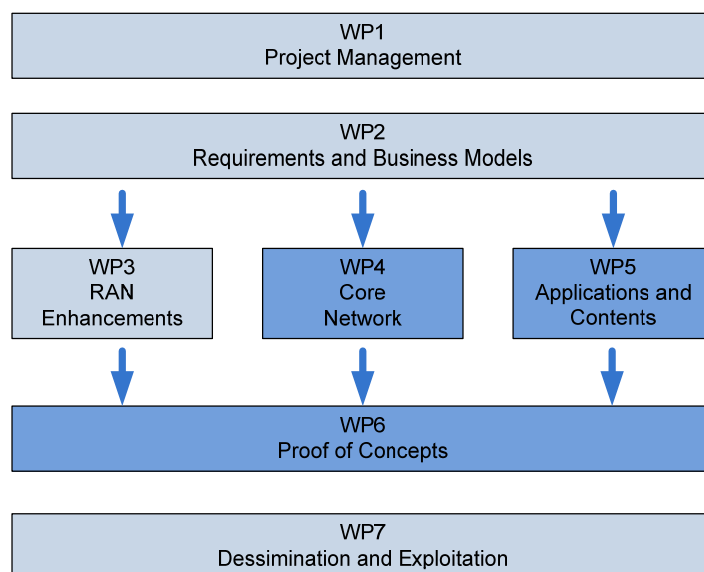
Este projecto começou em 2006 e foi concluído em Abril de 2008. É um consórcio formado por empresas ligadas às telecomunicações, institutos de investigação e universidades.

Alguns dos seus principais desafios são:

- Como personalizar conteúdos que são transmitidos em *multicast*;
- Como ter QoS em ambientes heterogéneos (diferentes equipamentos, diferentes ambientes, diferentes perfis);
- Integração IMS com MBMS.

A estrutura do projecto divide-se em sete grupos de trabalho, sendo que cada um deles tem objectivos bem definidos mas todos se interligam e cooperam entre si.

Na Figura 7-17 temos a estrutura de grupos de trabalho do C-Mobile.



**Figura 7-17 Camadas do projecto C-Mobile**

A participação neste projecto, que ajudou na realização desta dissertação, centrou-se nos grupos quatro, cinco e seis.

Através desta participação foi possível estudar o funcionamento do MBMS e estudar uma arquitectura baseada em *Service Enablers* envolvida num ambiente IMS que serviu de catalisador para a investigação feita nesta dissertação.

### **E. Projecto DiNO**

A plataforma DiNO é uma plataforma que permite gerir conteúdos e disponibilizá-los para download ou envio para os utilizadores que utilizam a plataforma. O acesso pode ser feito através de interfaces Web e WAP.

A plataforma é capaz de gerir vários tipos de conteúdos entre os quais se destacam os seguintes:

- Imagens;
- Sons (toques monofónicos, toques polifónicos, real tones);
- Clipes de áudio, incluindo músicas mp3 ou outros formatos;
- Clipes de video;
- Conteúdos áudio e vídeo para entrega via *streaming* RTSP;
- Jogos Java, Symbian, Smartphone.

A entrega de conteúdos por métodos de streaming requer a utilização de plataformas suplementares e específicas para este fim. Mesmo assim, não existem restrições quanto

aos formatos suportados; apenas a título de exemplo, a plataforma consegue gerir os seguintes formatos:

- Sons/clipes de áudio: AMR-NB, AMR-WB, AAC, WAV, MP3;
- Clipes de vídeo: MP4, WindowsMedia, 3GPP, H.263, RealMedia, Quicktime.

A Figura 7-18 apresenta a arquitectura funcional simplificada da plataforma DiNO.

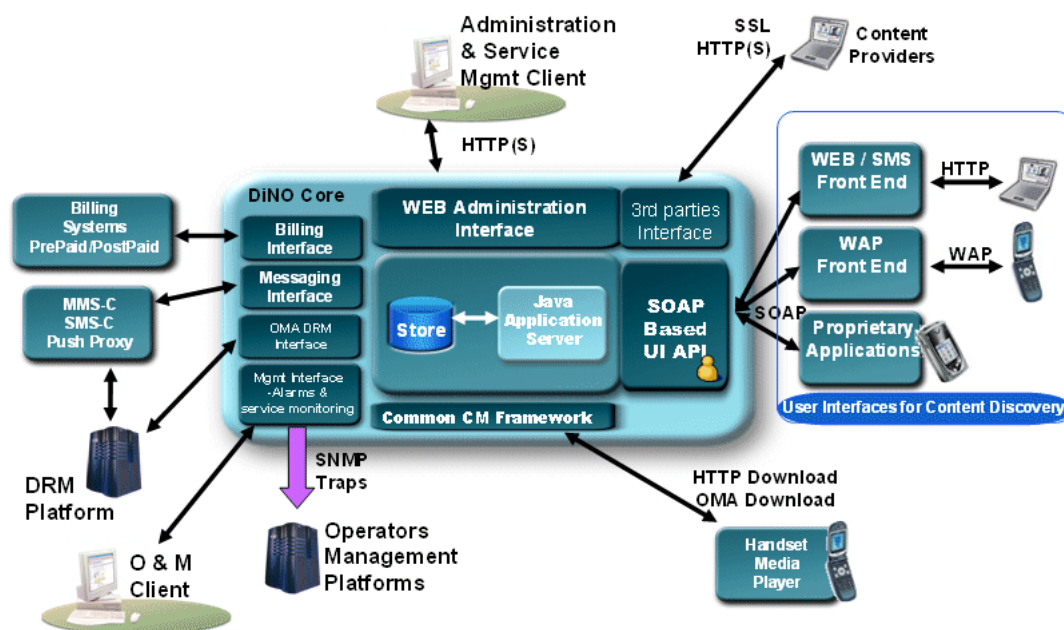


Figura 7-18 Arquitectura funcional simplificada da plataforma DiNO

Através da interface de fornecedores, acessível via Web, os diferentes fornecedores podem efectuar o upload e gerir os seus conteúdos.

A plataforma apresenta, ainda, uma interface de administração que permite ao operador gerir todos os conteúdos, organizá-los por categorias e temas, efectuar a gestão de preços internos, entre outras operações permitidas.

Através da navegação em *frontends* WEB, WAP ou através de qualquer outro tipo de aplicação que utilize a robusta API para acesso às funções de gestão de conteúdos disponibilizada pelo core DiNO, os utilizadores podem adquirir conteúdos residentes na plataforma, que posteriormente poderão ser disponibilizados de diferentes formas:

- OMA Download (inclui MIDP) ou HTTP Download;
- Entregues por SMS, MMS;
- Iniciados por WAP Push.

## **Funcionalidades e características gerais da plataforma**

### **Aquisição de conteúdos**

O utilizador pode realizar a compra de conteúdos através de um portal ou de um terminal. O direito ao conteúdo é armazenado na plataforma após interface com os sistemas online de *billing* ou a geração de CDRs.

### **Compra para oferecer (dedicar)**

A plataforma suporta o conceito de “compra para oferecer” onde um determinado utilizador pode efectivamente adquirir a licença de um conteúdo que será entregue a um outro utilizador. O utilizador informa o número de destino do conteúdo. O utilizador receptor recebe automaticamente o conteúdo ou uma notificação contendo a mensagem de dedicação e um shortcut para aceder ao conteúdo, sendo incluído o direito ao conteúdo na área pessoal do receptor.

### **API da interface SOAP**

A plataforma expõe todos os métodos necessários para interagir com as funcionalidades core, através de interface SOAP ou interface do tipo HTTP, nomeadamente:

- Listagem de categorias/conteúdos;
- Compra, Ofertas;
- Listagem de terminais;
- Acesso aos *previews*;
- Interfaces para acesso aos métodos de *delivery*;
- Métodos de *discovery*.

### **Interface para tarifação online (OSA Charging)**

A ligação com o sistema tarifação ONLINE é efectuada via mecanismos de “OSA Charging” de modo a garantir efectivação/controlo do evento realizado mediante a disponibilidade do saldo. Caso seja necessário, a plataforma também está munida com a capacidade de dialogar com outros sistemas de tarifação online.

### **Identificação da origem / terminal**

Esta plataforma tem a capacidade de, para o mesmo repositório, aceitar pedidos originados por *front-ends* distintos (ex. acesso via Web, WAP, SMS). Sempre que possível,

a identificação do terminal é feita com base nos *headers* HTTP: User-Agent que serve para identificar os formatos suportados pelo terminal.

### **Acesso directo via URL**

A plataforma permite o acesso directo à página dos conteúdos. Isto permitirá que o URL seja enviado ao utilizador, utilizado no portal ou outra aplicação/serviço. Esta funcionalidade também permite que o URL de qualquer conteúdo ou categoria seja colocado noutros sites do cliente resultando numa maior divulgação dos conteúdos existentes.

### **Diferenciação de URLs**

É vital que qualquer tipo de discovery/navegação contenha URLs diferentes dos URLs de download. Ex: <http://DiNO/navegation/> e <http://DiNO/download/>. A possibilidade de diferenciar URLs é crucial para alguns processos responsáveis pela tarifação dos 'bytes' entregues ao utilizador.

### **Notificações e broadcast**

É permitido o envio, tipo *broadcast* e *multicast*, de notificações de WAP Push e SMS, nas quais será enviada um URL para que o utilizador possa aceder a conteúdos de serviços oferecidos pela plataforma ou a novos serviços existentes na plataforma.

### **Interface de Administração**

Existe uma interface de administração que permite:

- Gerir a árvore de menus necessários á publicação de determinado conteúdo. Os níveis de categorias/sub categorias são ilimitados. É possível a associação do tipo de conteúdos que podem ser publicados em cada categoria/subcategoria e a definição dos fornecedores que podem submeter conteúdos para essa categoria/subcategoria;
- Configurar todos os administradores de conteúdo. Não há limite para o número de administradores;
- Configurar fornecedores de conteúdo. Não havendo limite para o número de fornecedores de conteúdo;
- Aprovação de conteúdos – O interface permite que o administrador:
  - Visualize a lista de conteúdos pendentes para aprovação;
  - Visualize e altere a árvore de menus do conteúdo que está a ser submetido;
  - Visualize e altere os métodos de *discovery* associados ao conteúdo;



- Visualize e altere os serviços (métodos de delivery) para os quais o conteúdo estará disponível (download, SMS, WAP Push);
- Visualize e altere o *revenue share* associado ao conteúdo;
- Reprove o conteúdo.
- Gestão de conteúdos;
- Gerir e configurar tarifas – O administrador poderá gerir e configurar as tarifas, permitindo a fácil alteração e configuração de parâmetros de cobrança, a fim de possibilitar o atendimento a eventos sazonais/especiais, promoções, diferenciação de conteúdo.

### **Interface para gestão de conteúdos (fornecedores)**

Através de uma interface própria, o fornecedor poderá submeter conteúdos indicando:

- O local de armazenamento do conteúdo;
- As categorias para as quais está a submeter o conteúdo;
- Os métodos de *discovery* nos quais o conteúdo estará disponível;
- Excluir conteúdos submetidos por ele, desde que não haja nenhum utilizador com direito de uso do conteúdo a excluir.

### **Anti-abuso**

A plataforma contém mecanismos anti-abuso que evitam o download não autorizado de conteúdos. O número de tentativas pode ser configurado para que, logo que a licença seja utilizada, qualquer acesso posterior ao conteúdo seja negado. A plataforma também implementa mecanismos que impedem o download simultâneo de conteúdos recorrendo à mesma licença. A cada licença é atribuído um identificador único, não reutilizável e que é cruzado com informação do utilizador e assim permite reduzir o uso fraudulento ao mínimo.

### **Interface de Customer Care**

É disponibilizado uma interface de *Customer Care* onde será possível (por utilizador) listar os conteúdos adquiridos e o estado em que se encontram (compra, recolhidos, instalados ou falha de instalação).

### **Inserção de novos terminais**

Sempre que seja necessário configurar um novo terminal na plataforma, inserindo para esse efeito as características do terminal (ex. RDFs) e a forma como o terminal pode ser identificado (ex. UAgent), este terá de ser inserido num grupo previamente existente na hierarquia de terminais.

### **Filtragem de conteúdos**

Após recepção do User-Agent, UAProf ou código de terminal qualquer dado disponibilizado será referente a conteúdos compatíveis com o terminal identificado.

### **Apresentação diferenciada**

A informação apresentada é automaticamente convertida para o formato mais adequado para o terminal ou browser em causa, nomeadamente a alteração do tamanho de imagens, a inclusão de ícones e a disposição do texto.

### **Markup language / interfaces de utilizador**

As interfaces de utilizador disponibilizadas para acesso aos conteúdos a partir de terminais móveis (mobile browsers) utilizam mecanismos que lhes permite adaptar a linguagem de *markup* mais adequada a cada terminal (XHTML, HTML, WML). A escolha da *markup language* a utilizar será configurável ao nível do dispositivo em causa.

### **Negar o acesso à plataforma**

O acesso à plataforma pode ser negado caso o terminal em causa não esteja provisionado ou caso o acesso do utilizador tenha sido explicitamente barrado. Sempre que esta situação ocorra, será apresentada informação de acesso negado ao utilizador.

### **Armazenamento de conteúdos**

#### **Hierarquização de categorias e arquivos de conteúdos**

Os conteúdos pertencem obrigatoriamente a uma ou mais categorias. Em semelhança, as categorias têm de pertencer obrigatoriamente a apenas uma categoria sendo a única excepção a categoria *root*. As categorias podem conter conteúdos ou outras categorias.

#### **Categorias de “Sistema”**

São consideradas categorias de “sistema” todas as categorias cujos conteúdos são resultado de uma pesquisa efectuada periodicamente à base de dados.

#### **Ordenação de categorias e conteúdos**

É possível especificar a ordem em que qualquer conteúdo ou categoria será apresentado ao utilizador. Categorias livres desta ordenação são as categorias “Calculadas”, já que qualquer ordenação será especificada na pesquisa.

### **Especificação de conteúdo**

Cada conteúdo é composto por um conjunto de características gerais, como por exemplo as que seguem:

- Título;
- Descrição;
- Tipo (lista pré-definida. Ex. *Streaming, A/V Download*);
- Fornecedor;
- Código SMS;
- Data de inserção, alteração, validação, publicação;
- Estado (não validado, validado, publicado, indisponível);
- Método de *discovery* (lista);
- Data de validade geral na plataforma;
- Licença (campo considerado para indicar suporte de DRM).

### **Especificação de binário**

A cada conteúdo pode estar associado um ou mais binários com as características:

- Preço (lista pré-definida);
- Lista de compatibilidades (lista ou grupo de terminais);
- Binário e respectivo ficheiro de descrição;
- Versão e data de inserção;
- Formato do conteúdo;
- Qualidade de *encode*;
- Tamanho (em kbytes);
- Tempo de execução do conteúdo;
- Localização do conteúdo (interna ou externa).

### **Activação de conteúdo ou categoria**

Possibilidade de activar ou desactivar temporariamente o conteúdo ou categoria seleccionada.

## **Associação de conteúdos ou categorias**

Durante a inserção ou numa fase posterior é possível associar ou desassociar um determinado conteúdo ou categoria a um terminal ou grupo de terminais.

## **Pré-visualizações**

A cada conteúdo podem estar associados *previews* genéricos (habitualmente utilizados para visualização via Web) e *previews* específicos ao canal utilizado durante o método de *discovery*.

## **Fornecedores**

A plataforma mantém listas actualizadas de fornecedores que poderão ser utilizadas para efeitos de *revenue share*, autenticação de fornecedores (caso estes insiram os arquivos de conteúdos) ou simplesmente para fins de estatística. A lista que segue contém as propriedades que identificam cada fornecedor:

- Nome;
- Login;
- Senha;
- E-mail;
- Tipo de fornecedor – tipo de conteúdos que este pode publicar;
- Nível de aprovação – automática ou controlada;
- Tipo de *revenue share*.

## **Utilizadores**

É armazenada informação sobre os utilizadores que estão autorizados a acederem à plataforma. A Informação associada a cada utilizador inclui:

- Número de rede;
- Tipo de acesso (ex. sem restrições, limitado, barrado, etc.);
- Data de criação;
- Data de último acesso;
- Classe de serviço;
- Tipo de terminal utilizado.

### **Classe de serviço**

As classes de serviço são geridas pelo cliente e são compostas pela combinação das seguintes variáveis:

- Tamanho da área partilhada em Mbytes;
- Número de conteúdos permitidos na área partilhada;
- Número de acessos permitidos por conteúdo.

### **Hierarquização de terminais**

Os conteúdos podem estar associados a determinados terminais ou grupos de terminais. Por este motivo, esta plataforma de downloads está munida com a capacidade de armazenar as características de cada terminal e a forma como o terminal a aceder pode ser identificado (ex. UAgent). Os terminais são catalogados de forma hierárquica (ex. Todos→Nokia→Serie40→Nokia6255) ou por característica de forma a facilitar o processo de associação dos conteúdos.

### **Administradores / fornecedores**

Dada a necessidade de existir uma interface de administração que permita configurar cada administrador e fornecedor, é necessário armazenar a seguinte informação:

- Nome;
- Login;
- Senha;
- E-mail;
- Nível de acesso/permissões.

### **Licenças de uso**

De forma a permitir a visualização da informação dos conteúdos na área pessoal de um utilizador, a plataforma disponibiliza a seguinte informação:

- Nome do conteúdo;
- Link para o conteúdo;
- Data de aquisição, dedicação ou indicação;
- Tipo (conteúdo adquirido, conteúdo dedicado, conteúdo indicado);
- Identificação de quem dedicou/indicou;
- Mensagem de dedicação ou indicação do conteúdo.

## Áreas pessoais e áreas compartilhadas

### Área pessoal

Os utilizadores tem uma área pessoal onde estarão armazenados links para o local onde se encontram conteúdos adquiridos, conteúdos oferecidos por outro utilizador e/ou conteúdo que lhe foi dedicado ao utilizador. O conteúdo propriamente dito é armazenado numa área centralizada e comum a vários utilizadores. O administrador da plataforma terá ao seu dispor mecanismos para limitar a validade do direito do conteúdo contido na área pessoal dos utilizadores. Essa limitação é válida apenas para conteúdos sem associação de DRM.

O utilizador tem acesso á sua área pessoal através da interface Web ou através do seu terminal. Através desta interface o utilizador poderá dedicar ou indicar conteúdos.

## Métodos de entrega de arquivos de conteúdos

### OMA / MIDP download

A plataforma de downloads suporta os mecanismos de entrega conforme especificados pela OMA.

### MMS

A plataforma de downloads é capaz de enviar os conteúdos via MMS. A interface com o MMS-C utilizada é a MM7. No entanto, a plataforma DiNO tem a possibilidade de se interligar a diferentes MMS-C através do desenvolvimento de interfaces proprietárias adequadas a cada situação.

### WAP Push

Este mecanismo de entrega que é despoletado por SMS ou via interface Web, envia via o *Push Proxy Gateway* um URI que é utilizado pelo utilizador em causa para iniciar o processo de entrega do conteúdo.

### SMS initiated

A plataforma tem a capacidade de aceitar e associar pedidos originados via SMS.

### Web initiated

Muito semelhante ao funcionamento de pedidos SMS initiated, a plataforma também tem a capacidade de aceitar e decifrar pedidos originados via Web. Estes pedidos (ex:

compra xy) são interpretados para o conteúdo “xy” específico para o terminal identificado no acto de descarregamento. A entrega de conteúdos originados por pedidos Web poderá ser feito via qualquer dos mecanismos suportados (ex. OMA Download, WAP Push).

## Interfaces para discovery

A plataforma disponibiliza uma poderosa interface que permite construir diversas interfaces de *discovery* (ex. WAP, Web, J2ME).

## Interfaces Web para administração e para fornecedores de conteúdo

Através de uma interface própria, o fornecedor poderá submeter, alterar ou reconfigurar conteúdos indicando:

- O local de armazenamento do conteúdo;
- As categorias para as quais está a submeter o conteúdo;
- Os métodos de *discovery* nos quais o conteúdo estará disponível;
- Excluir conteúdos submetidos por ele, desde que não haja nenhum utilizador com direito de uso do conteúdo a excluir.



Figura 7-19 Exemplos de interfaces Web para administração

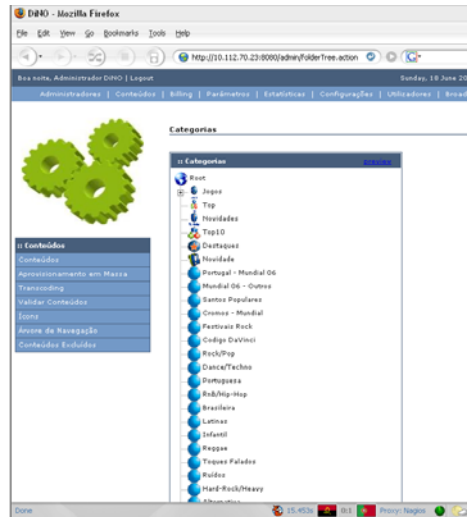


Figura 7-20 Exemplos de interfaces Web para fornecedores de conteúdos

Além de uma interface de fornecedor, a plataforma também disponibiliza uma interface de Administração que permite:

- Gerir a árvore de menus necessários á publicação de determinado conteúdo. Os níveis de categorias / sub categorias deverão ser ilimitados. É possível a associação do tipo de conteúdos que podem ser publicados em cada categoria/subcategoria e a definição dos fornecedores que podem submeter conteúdos para essa categoria/subcategoria;
- Configurar todos os administradores de conteúdo. Não há limite para o número de administradores;
- Configurar fornecedores de conteúdo;
- Aprovação de conteúdos – O interface permite que o administrador:
  - Visualize a lista de conteúdos pendentes para aprovação;
  - Execute ou visualize conteúdos;
  - Visualize e altere a árvore de menus do conteúdo que está a ser submetido;
  - Visualize e altere os métodos de *discovery* associados ao conteúdo;
  - Visualize e altere os serviços (métodos de delivery) para os quais o conteúdo estará disponível;
  - Visualize e altere o *revenue* share associado ao conteúdo;
  - Reprove o conteúdo. Neste caso o administrador poderá deixar uma descrição do motivo pelo qual o conteúdo foi reprovado.
- Gestão de conteúdos;
- Gerir e Configurar Tarifas – O administrador poderá gerir e configurar das tarifas, permitindo a fácil alteração e configuração de parâmetros de cobrança, a fim de



possibilitar o atendimento a eventos sazonais/especiais, promoções e diferenciação de conteúdo.

## Mecanismos de autenticação

A plataforma armazena informação sobre os utilizadores que estão autorizados a acederem à plataforma. A informação para cada utilizador inclui:

- Número de rede;
- Tipo de acesso ;
- Data de criação;
- Data de último acesso;
- Classe de serviço.

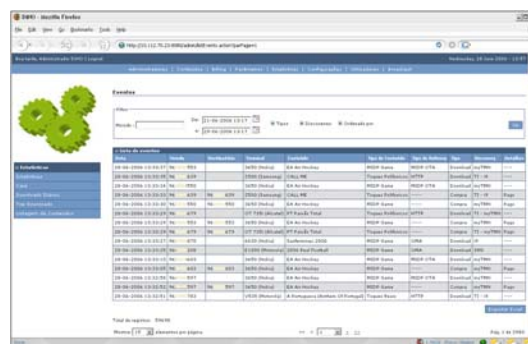
A identificação do terminal é feita com base nos *headers* HTTP: *User-Agent* que também serve para identificar os formatos suportados pelo terminal. Após autenticação e validação do utilizador/terminal a interligação com o sistema de tarifação ONLINE para Pré-Pago utiliza o padrão “*OSA Charging*”, de modo a garantir efectivação/controlo do evento realizado mediante a disponibilidade do saldo.

## Relatórios

O DiNO está munido com dois módulos responsáveis pela geração de relatórios. Um destes módulos apresenta relatórios considerados operacionais, enquanto o outro é responsável pelo cálculo e apresentação de módulos estatísticos.

O módulo de relatórios operacionais gera os seus relatórios directamente a partir da base de dados de produção e por isso a informação apresentada é em tempo-real. Relatórios deste tipo são os relacionados com eventos de utilização e volume de aquisições.

A figura que se segue é um exemplo de um relatório operacional.



The screenshot shows a web browser window displaying a report titled 'Eventos'. The report is a table with columns for 'Data', 'Hora', 'Utilizador', 'Serviço', 'Tipo de Acesso', 'Data de Criação', and 'Data de Actualização'. The table contains multiple rows of data, including dates like '2010-09-09 13:00:27' and various user identifiers and service codes. The interface includes a search bar at the top and a sidebar on the left with navigation options.

Figura 7-21 Exemplo de um relatório operacional

Relatórios estatísticos são todos os relatórios que são pré-calculados e capazes de apresentar a informação de uma forma mais adequada a vertentes comerciais do negócio. Todos estes relatórios utilizam métodos de *data warehousing* o que permite a visualização dos relatórios em dimensões. Relatórios deste tipo incluem:

- Aquisições;
- Listagem de conteúdos;
- *Revenue share*.

A figura que se segue é um exemplo de um relatório de estatísticas

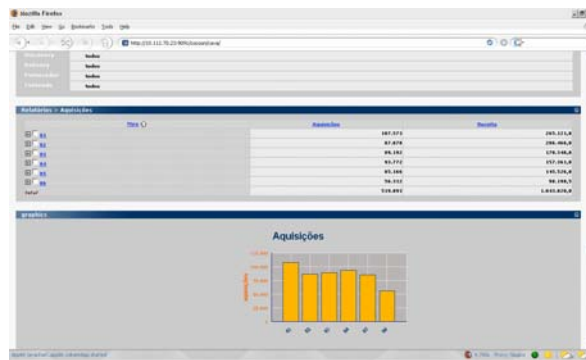


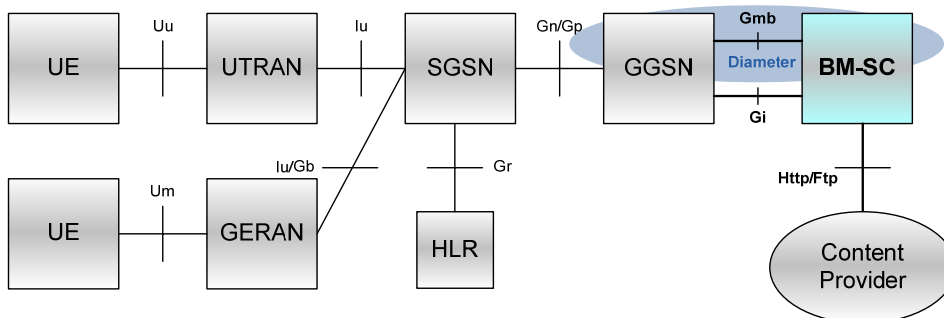
Figura 7-22 Exemplo de um relatório de estatísticas

Através da exportação de dados, a plataforma tem a capacidade de alimentar sistemas externos orientados especificamente para a análise e processamento de dados em massa (ie. *Data warehouse*).

## F. DIAMETER

O protocolo DIAMETER é utilizado para a interface GMB para a sinalização entre o GGSN e o BM-SC.

Na Figura 7-23 vemos onde é utilizado o DIAMETER no MBMS.



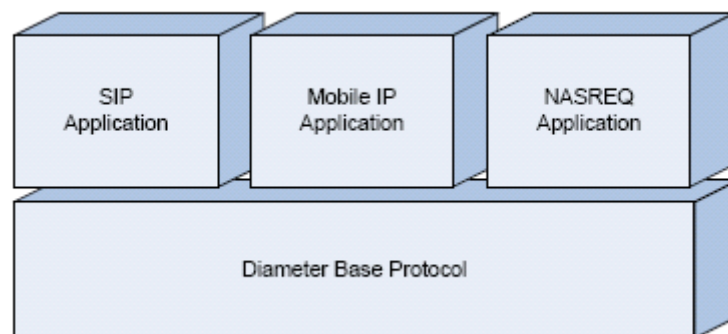
**Figura 7-23 Utilização do protocolo Diameter**

O protocolo DIAMETER é um sucessor do protocolo RADIUS. O RADIUS é um protocolo utilizado para fazer autenticação, autorização e *accounting* utilizado para aplicações que fornecem acesso a redes. Tipicamente o servidor RADIUS tem uma base de dados onde estão provisionados os dados respeitantes aos utilizadores e sobre essa base de dados são feitas as operações de autenticação, autorização e *accounting*.

Este protocolo tem contudo algumas limitações:

- Não suporta *roaming* de forma eficiente;
- Os campos dos pacotes não são codificados.

O protocolo DIAMETER é uma evolução do RADIUS e a sua estrutura base é composta por uma *stack* base onde podem ser adicionadas aplicações específicas onde são adicionados novos comandos ou AVPs. O DIAMETER permite ainda a possibilidade de ser utilizado de uma forma bastante mais abrangente do que o RADIUS, permitindo a sua utilização para implementar várias interfaces nomeadamente na arquitectura IMS.



**Figura 7-24 Stack Diameter**

Como se pode ver na Figura 7-24 existe uma stack base e sobre ela podem ser adicionadas aplicações, como é o caso da NASREQ que é utilizada para implementar o protocolo Gmb.

Este protocolo é baseado no modelo Cliente servidor orientado à conexão. A segurança é garantida através do TLS. Tem um mecanismo de *failover* que é bastante útil para as mensagens de *accounting*.

### **Stack Diameter da PT Inovação**

A Intelligent Diameter Stack (IDS) é uma stack Diameter proprietária da PTInovação como o principal objectivo facilitar o *deployment* de interfaces e agentes que utilizam o protocolo Diameter como protocolo subjacente. Esta stack fornece mecanismos de

*parsing* para transformar dados em/de mensagens Diameter. Ainda, e de forma transparente, fornece as diferentes técnicas inerentes dos protocolos AAA, como mecanismos de reenaminhamento, entre outros.

A arquitectura IDS pode dividir-se em 4 diferentes módulos:

- Connection Manager;
- Base State Machine;
- Message Router;
- Application.

O Connection Manager é responsável por toda a comunicação do protocolo Diameter. Este componente utiliza uma aproximação Non Blocking, para uma arquitectura escalável.

Este módulo é representado por uma Singleton Class que recebe o porto do servidor como argumento e lança uma thread específica para lidar com as tentativas de novas conexões.

Presente nesta classe existem dois conceitos distintos mas complementares, Peer e Node. Um Peer representa potenciais pontos de conexão enquanto os Nodes representam uma conexão ponto-a-ponto Diameter.

Quando a conexão é estabelecida, um Node é criado e registado. O registo do Node é feito tanto no Connection Manager como num selector. Este selector (característico do Java NIO) é um objecto que representa um objecto constantemente a ser monitorizado para detectar alterações. Quando várias sockets se encontram registadas no selector, este selector observa alterações no estado das sockets, por exemplo, mensagens recebidas, timeouts, desconexões entre outros eventos. Quando “questionados”, estes selectors transmitem as alterações que ocorreram desde a última alteração. O selector permite uma arquitectura escalável, independente das conexões apenas uma *thread* é usada, tendo esta, o papel de, em simultâneo, verificar novas mensagens para todas as conexões.

Este módulo realiza ainda o parser das mensagens de rede para uma classe genérica que representa a mensagem Diameter.

O módulo BaseStateMachine é uma representação do conjunto de regras e estados definidos. Este modulo contem uma Queue interna que recebe eventos, estando estes associados aos Peers conectados a esta aplicação.

Este módulo é ainda responsável por verificar o estado da conexão, isto é, verificar se a conexão encontra-se ligada e estimular esta conexão quando esta se encontra no estado idle (keepalives). Este mecanismo representa o *Device-Watchdog* presente no protocolo Diameter.

O módulo Message Router representa os diferentes procedimentos de reencaminhamento existentes no protocolo Diameter. Este módulo contém a lógica de reencaminhamento baseado no tipo de *role*, *realm* e aplicação, fazendo ainda o mapeamento entre os pedidos e respostas.

É este módulo que identifica para onde é enviada a mensagem, isto é, baseando-se na informação presente na mensagem Diameter, o *Message Router* verifica que aplicação Diameter é responsável pela mensagem, tornando este processo transparente às diferentes aplicações.

O Application é o nível de operação mais elevado da *stack*. Todas as aplicações que utilizam a *stack* terão de estender uma das classes que herdam a classe *Application*. Estas classes definem quatro diferentes modos de operação, estando divididos em aplicações cliente/servidor para Autenticação/Autorização e *Accounting*.

A primeira classe a herdar a classe Application irá dar início a toda a configuração da *stack*, criando as diferentes threads para cada um dos módulos. Essa configuração é feita lendo um ficheiro propriedades, que indica o modo como a informação de configuração é obtida. Temos dois modos de operação, podendo a informação ser lida de um ficheiro XML.

Para sessões stateful este módulo contém uma subclasse que contém métodos para manipular as sessões activas (por exemplo, remover sessões, verificar sessões que expiraram, etc.).

## **G. SIP**

O protocolo SIP é um protocolo de sessão “*end-to-end*”, usado para iniciar, modificar ou terminar sessões multimédia sobre IP.

É muito parecido com o http seguindo o seu modelo de pedido/resposta.

No enquadramento desta dissertação, este protocolo é utilizado para a sinalização na arquitectura IMS.

A arquitectura do BM-SC que foi especificada neste documento, foi definida tendo em conta uma possível evolução da sinalização para este protocolo. Desta forma a sinalização trocada entre o BM-SC e o GGSN e os fornecedores de conteúdos passaria a ser SIP.

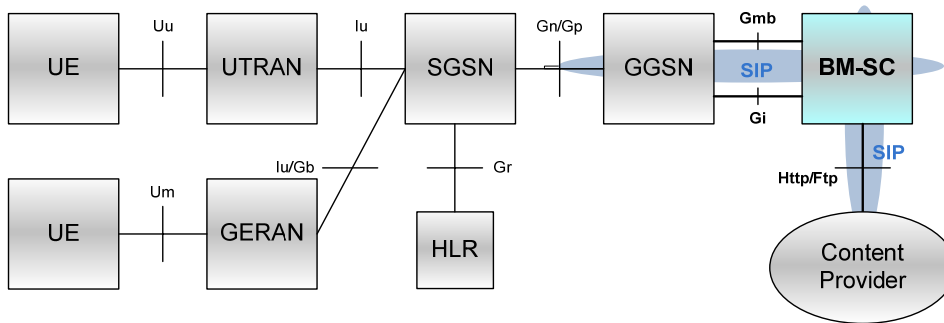


Figura 7-25 Utilização do protocolo SIP

## H. IMS

No capítulo dedicado à conclusão e trabalho futuro a utilização do IMS é analisada como uma possível evolução do BM-SC. Esta secção é um pequeno resumo desta tecnologia.

A arquitectura IMS é uma arquitectura baseada em IP e independente da rede de acesso e que permitir uma interligação a redes já existentes de dados e voz.

Um dos objectivos desta dissertação é desenvolver um BM-SC e uma evolução natural é a sua adaptação de forma a funcionar no seio de uma arquitectura IMS utilizando o protocolo SIP na parte da sinalização. A principal vantagem em integrar o BM-SC numa arquitectura IMS é a harmonização de tecnologias e preparar o BM-SC para as redes de próxima geração.

A Figura 7-26 ilustra a utilização do IMS.

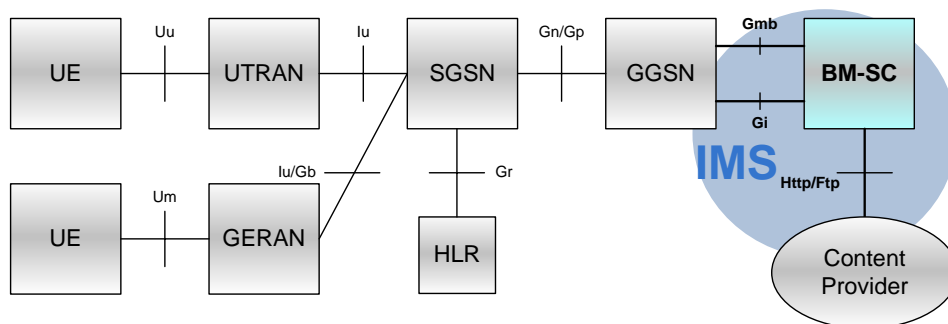


Figura 7-26 Utilização da arquitectura IMS

## 1. Publicação de um conteúdo no BM-SC

Neste exemplo temos a publicação de um conteúdo com a visualização de todos os ficheiros envolvidos.

O ficheiro *teste.tgz* contém o ficheiro SDP do conteúdo que foi publicado. Na Figura 7-27 está a listagem do ficheiro.



```
root@core:~  
[root@core ~]# tar -ztf teste.tgz  
binaries/  
binaries/a003.sdp  
data.xml  
previews/  
previews/der04_prev.mpg  
[root@core ~]#
```

Figura 7-27 Conteúdo do ficheiro ZIP

Neste exemplo o ficheiro *data.xml* contém as características do conteúdo e o ficheiro *a003.sdp* o SDP deste conteúdo.

### Ficheiro *data.xml*

```
password="123qwe" provider="teste">  
  <idProvider>001</idProvider>  
  <content>  
    <contentID>w23001</ contentID >  
    <name>Encosta-te a mim</name>  
    <artist>Jorge Palma</artist>  
    <author>Jorge Palma</author>  
    <providerGroup>001</providerGroup>  
    <contentType>video</contentType>  
    <location>  
      <country></country>  
      <city></city>  
      <place></place>  
      <lat></lat>  
      <lon></lon>  
    </location>  
    <preview>  
      <name>der04_prev.mp3 </name>  
      <discovery>0</discovery>  
    </preview>  
    <billingCode>0</billingCode>  
    <drm>0</drm>  
    <categoryList>  
      <category>portuguesa</category>  
    </categoryList>  
    <binaryList>  
      <binary>  
        <binaryType>mpg</binaryType>  
        <binaryName>a003.sdp</binaryName>  
      </binary>  
    </binaryList>  
  </content>  
</sessionList>
```

```
        <sessionStartTime>10:30</sessionStartTime>
        <sessionStartTime>16:30</sessionStartTime>
    </sessionList>
</content>
</contentList>
```

### Ficheiro a003.SDP

```
v=0
o=- 1629012529 11 IN IP4 192.168.111.11
s=RTP
c=IN IP4 172.30.69.214
t=0 0
m=video 8600 RTP/AVP 96
b=AS:80
a=rtpmap:96 H263-2000/90000
a=fmtp:96 profile=0; level=20
a=framesize:96 176-144
a=cliprect:0,0,144,176
a=mpeg4-esid:201
a=x-envivio-verid:00012279
m=audio 8602 RTP/AVP 97
b=AS:12
a=rtpmap:97 AMR/8000
a=fmtp:97 octet-align=1
a=mpeg4-esid:101
a=x-envivio-verid:00012279
```

Na Figura 7-28 temos o resultado da publicação deste conteúdo.



```
root@core:~
[root@core ~]# tail -f /home/locallogs/bmsc/import.log
Prossesing file: teste.zip
Provider ID: 001
Content ID: w23001
Type: Publishing
Done
```

Figura 7-28 Resultado da publicação

## J. Mensagem Multicast Leave

Nas experiências efectuadas foi apresentado o envio de uma mensagem IGMP Join. Nesta experiência encontra-se a captura de uma mensagem *IGMP Leave* com origem num equipamento terminal e destino o GGSN. As Figura 7-29 e Figura 7-30 ilustram este processo.



```

root@tobias:~
[root@tobias ~]# nemesi igmp -v -p 23 -s 10.112.64.71 -i 224.2.1.1 -D 224.2.1.1
IGMP Packet Injection -- The NEMESIS Project Version 1.4 (Build 26)

      [IP] 10.112.64.71 > 224.2.1.1
      [IP ID] 59631
      [IP Proto] IGMP (2)
      [IP TTL] 1
      [IP TOS] 0x00
      [IP Frag offset] 0x0000
      [IP Frag flags]
      [IGMP Type] 23
      [IGMP Code] 0
      [IGMP group address] 224.2.1.1
Wrote 28 byte IGMP packet.

IGMP Packet Injected
[root@tobias ~]#

```

Figura 7-29 Envio de um IGMP Leave

```

root@ggsn:~
[root@ggsn ~]# tethereal ip proto 2
Capturing on eth0
0.000000 10.112.64.71 -> 224.2.1.1 IGMP V2 Leave Group

```

Figura 7-30 Captura de um IGMP Leave

### K. Implementação do BM-SC em Java

Para a implementação de alguns módulos do BM-SC foi utilizada a linguagem Java j2ee<sup>12</sup>. Utilizou-se a Framework JBoss que disponibiliza várias funcionalidades que ajudam a estruturar e a implementar mais rapidamente o código.

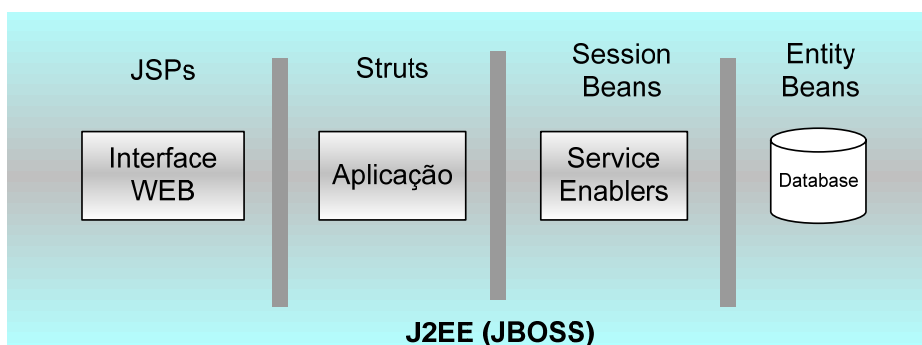


Figura 7-31 framework JBoss

A Figura 7-31 ilustra os vários componentes do Framework JBoss. O Acesso à base de dados é feito através de *Entity Beans* onde cada *Entity* tem o mapeamento com uma tabela. As funcionalidades são implementadas através de *Session Beans* que contêm a lógica do MBMS. A interface Web foi implementada com *JSPs*<sup>13</sup> e com *Struts*<sup>14</sup>. Existem

<sup>12</sup> Java 2 Enterprise Edition

<sup>13</sup> Java Server Pages, tecnologia utilizada para desenvolver páginas Web.

ainda várias *Message Beans* que implementam uma lógica de produtor consumidor para as várias tarefas de entrega e agendamento de conteúdos.

## Estrutura projecto no Eclipse

O projecto foi desenvolvido utilizando a ferramenta eclipse para a edição do código na linguagem *java*.

Na Figura 7-32 estão os vários módulos que compõem o BM-SC.

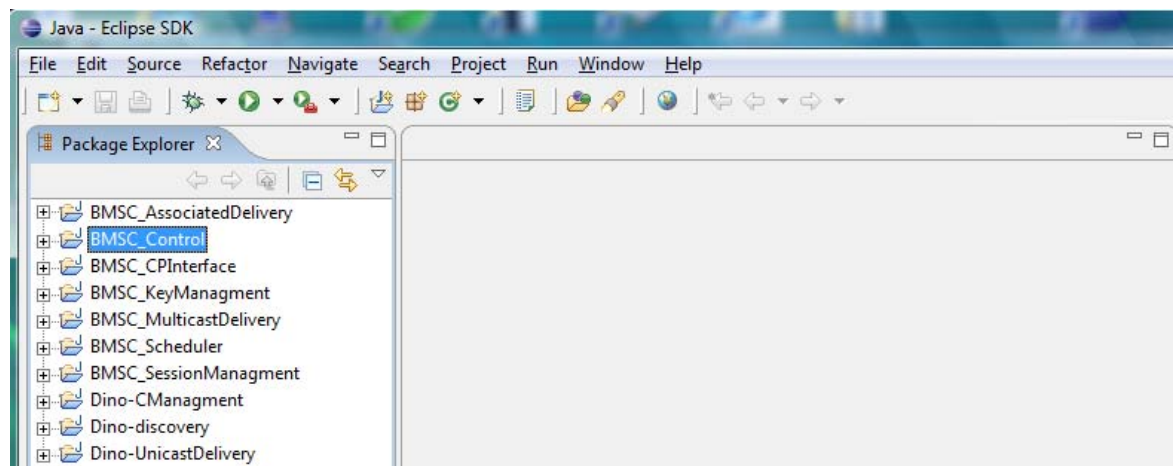


Figura 7-32 Estrutura do Eclipse

Os módulos deste projecto dividem-se em duas partes. Os que são aproveitados da plataforma unicast e os que resultam dos novos desenvolvimentos para suportar o MBMS.

Os componentes do BM-SC são os seguintes:

**BM-SC\_AssociatedDelivery:** Este módulo implementa as funções de entrega dos conteúdos nos casos de falhas na transmissão.

**BM-SC\_Control:** Este módulo é o componente que juntamente com “Session Managment” formam o “core” do BM-SC. Tem a funcionalidade de implementar o interface de sinalização com o GGSN.

**BM-SC\_CPInterface:** Este módulo implementa o protocolo com os servidores de conteúdos.

**BM-SCKeyManagment:** Este módulo é responsável pela gestão das chaves que vão permitir a protecção dos serviços e dos acessos aos conteúdos. São aqui geridas as chaves de cifragem do canal de transmissão e a protecção dos conteúdos através do DRM.

---

<sup>14</sup> Framework de desenvolvimento da parte lógica dos interfaces Web.

**BM-SC\_MulticastDelivery:** Este módulo implementa a entrega de conteúdos em modo multicast e broadcast. Utiliza o servidor de vídeo Helix e o servidor Flute para implementar as entregas em modo *Streaming* e *Download*.

**BM-SC\_Scheduler:** Este módulo agenda as entregas de conteúdos e despoleta os mecanismos de os anunciar perto da hora prevista. Quando um novo conteúdo é provisionado ou publicitado no BM-SC é agendado neste módulo a sua entrega. Para facilitar a implementação foi utilizado o *scheduler* disponibilizado pela *Framework* de desenvolvimento.

**BM-SC\_SessionManagment:** Este módulo é o componente “*core*” do BM-SC. É responsável por implementar a lógica de funcionamento do MBMS utilizando os módulos das outras camadas, nomeadamente a utilização dos *Service Enablers*.

**DiNO\_Discovery:** Este módulo implementa os mecanismos de discovery e subscrição dos serviços que fazem parte do BM-SC.

**DiNO\_Unicastdelivery:** Este módulo implementa a entrega de conteúdos no modo unicast. Este tipo de entrega é utilizado para o anúncio das sessões.

## ***L. Ideia apresentada ao Concurso da PT Inovação***

De seguida é apresentado o resumo da ideia que foi apresentada ao concurso de 2007 de ideias do plano inovação da PT Inovação e que recebeu o primeiro prémio.

“As redes móveis têm de evoluir de forma a dar resposta à previsível avalanche de conteúdos multimédia. Por um lado, existe já um serviço de televisão móvel cuja distribuição é feita em modo dedicado, logo de uma forma ineficiente. Por outro, num contexto de Web 2.0, é previsto um sem número de produções multimédia caseiras, feitas pelos próprios utilizadores, que se pretende ver distribuída a comunidades de utilizadores da rede móvel.

O UMTS tem duas extensões à sua norma com vista à distribuição de conteúdos multimédia: o IMS (IP Multimedia Subsystem) e o MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service). O IMS é a visão do 3GPP para uma rede core evoluída com capacidade para efectuar o controlo de admissão, a gestão de recursos e a tarifação das comunicações. O MBMS permite fazer o *broadcast* e *multicast* de dados nas redes UMTS para grupos de utilizadores. Até agora, estes dois sistemas são completamente independentes, sem quaisquer interfaces entre eles.

De forma a tornar as redes móveis mais eficientes, pode-se adicionar capacidades de *multicast* e *broadcast* ao IMS, a partir das funcionalidades já desenvolvidas para o MBMS. Para isso, propõe-se a evolução do MRF (*Media Resource Function*) do IMS, adicionando-lhe as funcionalidades necessárias para que possa distribuir conteúdos usando canais partilhados. Assim, os conteúdos multimédia poderão ser distribuídos a comunidades de

utilizadores da rede móvel, poupando recursos de rede, deixando-os disponíveis para outros serviços.”

### **M. Artigo publicado na revista Saber & Fazer Telecomunicações**

De seguida é apresentado o resumo do artigo foi publicado na revista Saber e Fazer Telecomunicações de 2007.

“A plataforma DiNO (Download INNOVation) da PTIN permite a realização de downloads de ficheiros bem como a visualização de *streams* de vídeo no telemóvel. Para cada transmissão de conteúdos é criada uma ligação dedicada entre o terminal móvel e a plataforma DiNO. Quando existe um grande número de utilizadores a querer o mesmo conteúdo o modelo unicast torna-se ineficiente. Nestes casos, a transmissão de dados usando os modos *multicast* e *broadcast* é bem mais eficaz devido à partilha de recursos de rede pelos diversos utilizadores. A rede UMTS actual não suporta a distribuição de conteúdos de uma fonte para vários clientes em simultâneo, usando os mesmos canais. A *release 6* do 3GPP introduz o MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*) para possibilitar o envio de informação em modo *multicast* e *broadcast* nas redes 3G. De forma a responder a esta nova tecnologia, a PTIN está já a evoluir a plataforma DiNO de modo a torná-la compatível com o MBMS, tornando possível a transmissão não só em modo *unicast*, mas também em modo *multicast* e *broadcast*, poupando recursos devido à partilha de canais pelos diferentes utilizadores.”

### **N. Artigo para a edição 2008 da revista Saber & Fazer Telecomunicações**

De seguida é apresentado o resumo do artigo que foi proposto para a revista Saber & Fazer Telecomunicações de 2008.

“Nos últimos anos, tem-se assistido a uma procura crescente de serviços multimédia. O serviço Mobile TV é já uma realidade em vários países, tendo-se revelado um grande sucesso comercial. O 3GPP tem normalizado duas extensões à norma UMTS para possibilitar a entrega de conteúdos multimédia: o IMS (*IP Multimedia Subsystem*) e o MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*). O IMS providencia um conjunto de novas funcionalidades à rede core, facilitando a gestão de recursos, o controlo de admissão e novos mecanismos de tarifação. O MBMS possibilita o envio em modo *broadcast* e *multicast* de dados nas redes UMTS. A integração destes dois sistemas possibilitará o envio de conteúdos multimédia, tais como conteúdos Web 2.0 ou serviços Mobile TV, usando canais *unicast*, *multicast* e *broadcast*, de uma forma eficaz, poupando recursos da rede. Este artigo irá apresentar a arquitectura integrada dos sistemas MBMS e IMS realçando os resultados obtidos através de uma rede de teste.”