



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Filipe Alexandre Rodrigues de Moura Leitão

Cenários de convivência de serviços de mensagens entre redes tradicionais e redes de próxima geração



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Filipe Alexandre Rodrigues de Moura Leitão

Cenários de convivência de serviços de mensagens entre redes tradicionais e redes de próxima geração

Mestrado em Engenharia Informática (MEI)

Trabalho efectuado sob a orientação de:

Prof. Dra Maria Solange Pires Ferreira Rito Lima

e

Eng. Sérgio Manuel Silva Freire.

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

Agradecimentos

À Professora Solange Rito Lima, pela excelente orientação, apoio, optimismo e disponibilidade demonstrada ao longo deste último ano, e por me ter feito acreditar que sou capaz de ir ainda mais longe.

Ao Professor Paulo Carvalho, pela boa disposição apresentada nas muitas reuniões que tivemos e pelos valiosos conselhos dados a nível pessoal e profissional.

Ao Sérgio Freire, que foi sempre a minha referência na PT Inovação, pela orientação e acompanhamento constante.

Aos restantes colegas da PT Inovação que contribuíram para a viabilidade deste projecto, especialmente ao Miguel Matos, por tantas vezes me aturar e sempre de boa vontade.

Aos amigos que contribuíram para que as saudades de casa não se notassem tanto, especialmente ao João, pelos conselhos e boa disposição, e ao Emanuel, não só pela amizade e por ter sido várias vezes o meu "muro das lamentações" mas também, pela disponibilidade total em alturas menos boas.

À minha família pelo apoio, especialmente à Ana, por me fazer ter saudades de casa. Agradeço sobretudo aos meus Pais, por darem tudo por mim, pois sem eles nunca teria hipótese de chegar aqui.

Finalmente, à Sofia, pelo apoio e presença constante, e por ser a minha âncora no meio deste mundo louco.

Abstract

To increase the trust and acceptance of Next Generation Networks (NGN) by new and existing subscribers, it is necessary to ensure that the most popular services of legacy networks (GSM/GPRS) are still in place. The Short Message Service (SMS) is a widespread data service with high revenue for telecommunication operators, which allows the exchange of short messages between fixed, mobile and, indirectly, Internet subscribers.

In this context, it is essential to extend this service for the NGN and allow its interaction with the new messaging services. With that in mind, a study was carried out to ensure the coexistence between SMS and the Instant Messaging (IM) service present in NGN. The present study identifies the relevant technical specifications impacting on the functionality of the IP Multimedia Subsystem (IMS) messaging services so that the interoperability with SMS can be ensured.

The results of this study, covered in this dissertation, aim to help the comprehension of the proposed interoperability solution, and demonstrate that the exchange of messages between legacy and NGN messaging services or equipments can be successfully accomplished. In this context, both SMS and IMS messaging service are detailed, along with the main protocols they involve. Finally, the entity responsible for ensuring message interoperability - the IP Short Message Gateway (IP-SM-GW) - is presented.

Resumo

De modo a conquistar a confiança e potenciar a aceitação e adesão dos utilizadores às Redes de Próxima Geração (RPG), é necessário garantir que os serviços mais populares das redes legadas (GSM/GPRS) continuam presentes. O *Short Message Service* (SMS) é um serviço de "dados", extremamente rentável para as operadoras de telecomunicações, que permite a troca de mensagens curtas entre utilizadores de redes móveis, fixas e indirectamente também com utilizadores da Internet.

Como se revela essencial expandir este serviço para a RPG ou permitir a sua interacção com os novos serviços de mensagens, foi efectuado um estudo onde é abordada a coexistência do SMS e do serviço de *Instant Messaging* (IM) nas redes legadas e nas novas redes *all-IP*. Neste estudo, identificam-se as normas relevantes, os protocolos utilizados e seu funcionamento nos serviços de mensagens da rede *IP Multimedia Subsystem* (IMS), e a forma como podem ser utilizados para garantir a interoperabilidade com o SMS.

Nesta dissertação apresenta-se o resultado do estudo efectuado, com o objectivo de facilitar a compreensão da solução para interoperabilidade proposta pelas entidades reguladoras, clarificando os conceitos relacionados e facilitando, desta forma, o desenvolvimento de soluções de interoperabilidade entre serviços nas redes legadas e de próxima geração. Neste contexto, são descritos os serviços de mensagens da rede IMS e os componentes responsáveis por permitir a interoperabilidade com o SMS, em particular o seu módulo *IP Short Message Gateway* (IP-SM-GW).

Conteúdo

Agradecimentos	iii
Abstract	v
Resumo	vii
Índice	ix
Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xix
Lista de Acrónimos	xxi
1 Introdução	1
1.1 Motivação e Objectivos	3
1.2 Principais Contribuições	5
1.3 Organização da Dissertação	5
2 Estado da Arte	7
2.1 Arquitectura da Rede GSM: Breve Abordagem	7
2.1.1 Estação Móvel	8
2.1.2 Subsistema da Estação Base	8

CONTEÚDO

2.1.3	Subsistema de Rede	9
2.1.4	Protocolos de Sinalização da rede GSM	10
2.2	O Short Message Service	11
2.2.1	Descrição do Serviço	12
2.2.2	Arquitectura Protocolar do Short Message Service	13
2.2.3	Procedimentos Elementares do Short Message Service	17
2.3	IMS: Uma Rede de Próxima Geração	20
2.3.1	Protocolos de Sinalização e AAA	22
2.3.2	Arquitetura da rede IMS	26
2.4	Serviços de Mensagens da Rede IMS	31
2.4.1	Page-Mode Messaging	32
2.4.2	Session-Mode Messaging	35
2.4.3	Encapsulamento do payload	36
2.4.4	Notificações de entrega	39
2.4.5	OMA SIMPLE IM	41
2.5	Sumário	42
3	Solução para Interoperabilidade	43
3.1	O IP Short Message Gateway	44
3.2	Elementos da Arquitectura	45
3.2.1	SMS-GMSC/SMS-IWMSC	46
3.2.2	HSS	46
3.2.3	S-CSCF	46
3.2.4	CDF e OCS	46
3.3	Cenários de Interoperabilidade	49
3.3.1	Interoperabilidade Transport-Level	49
3.3.2	Interoperabilidade Service-Level	52

3.3.3	Transport-Level vs Service-Level	55
3.4	Sumário	58
4	Desenho da Solução	59
4.1	Especificação de Interfaces	60
4.1.1	MAPGw	62
4.1.2	SIPGw	62
4.1.3	DiameterGw	63
4.2	ICP	64
4.3	Modelo de Dados	65
4.4	Procedimentos	67
4.4.1	Recepção de uma Short Message do Domínio GSM	68
4.4.2	Recepção de uma SIP MESSAGE do Domínio IMS	69
4.5	Sumário	70
5	Desenvolvimento e Testes	71
5.1	Desenvolvimento do Demonstrador	71
5.1.1	Entidades da Arquitectura	72
5.2	Testes e Resultados	75
5.2.1	Envio de uma Instant Message a um terminal SMS	75
5.2.2	Envio de uma Short Message a um terminal SIP	77
5.3	Sumário	80
6	Conclusões	81
6.1	Principais Contribuições	82
6.2	Trabalho Futuro	84
A	Mensagens MAP para o SMS	85

A.1	MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM	87
A.2	MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE	87
A.3	MAP-REPORT-SM-DELIVERY-STATUS	87
A.4	MAP-READY-FOR-SM	88
A.5	MAP-INFORM-SERVICE-CENTRE	88
A.6	MAP-SEND-INFO-FOR-MO-SMS	88
A.7	MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE	89
B	Especificação de Interfaces - Procedimentos	91
B.1	MAPGw	93
B.1.1	Interface E/Gd - Short Message Mobile Originated	93
B.1.2	Interface E/Gd - Short Message Mobile Terminated	93
B.1.3	Interface J - MAP-ANY-TIME-MODIFICATION	94
B.1.4	Interface E/Gd - MAP-READY-FOR-SM	95
B.2	SIPGw	96
B.2.1	Interface ISC - Registo de um terminal	96
B.2.2	Interface ISC - Cancelamento do registo de um terminal	97
B.2.3	Interface ISC - Short Message Mobile Originated	98
B.2.4	Interface ISC - Short Message Mobile Terminated	99
B.2.5	Interface ISC - Submissão de uma Instant Message ao SMSC	100
B.2.6	Interface ISC - Entrega de uma Short Message a um utilizador IM	101
B.3	DiameterGw	102
B.3.1	Interface Ro - Immediate Event Charging	102
B.3.2	Interface Ro - Immediate Event Charging Refound	103
B.3.3	Interface Ro - Event Charging with Unit Reservation	104
C	Mensagens ICP	105

C.1	Comunicação com o MAPGw	107
C.1.1	SM-Submit	107
C.1.2	SM-Submit-Report	107
C.1.3	SM-Delivery	108
C.1.4	SM-Delivery-Report	109
C.1.5	SM-Status-Report	110
C.1.6	Report-SM-Delivery-Status	110
C.1.7	Send-Routing-Info	111
C.1.8	Send-Routing-Info-Ack	111
C.1.9	Any-Time-Modif	112
C.1.10	Ready-For-SM	112
C.2	Comunicação com o SIPGw	112
C.2.1	OMA-IM-Originated	112
C.2.2	OMA-IM-Terminated	113
	Bibliografia	115

CONTEÚDO

Lista de Figuras

1.1	Tentativa de entrega de uma mensagem no domínio IMS	4
2.1	Arquitectura de rede da GSM	8
2.2	Stack Protocolar SS7	11
2.3	Entidades presentes no Short Message Service	13
2.4	Camadas protocolares no Short Message Service	13
2.5	Procedimentos do Short Message Mobile Originated	18
2.6	Procedimentos do Short Message Mobile Terminated	19
2.7	Pilha Protocolar da Internet	23
2.8	Mensagem SIP INVITE com conteúdo SDP.	24
2.9	Estrutura de uma mensagem Diameter.	26
2.10	Arquitectura IMS.	28
2.11	Ordem de contacto simples dos CSCFs de duas redes distintas.	29
2.12	Fluxo possível de uma mensagem SIP MESSAGE.	33
2.13	Exemplo de uma SIP MESSAGE.	33
2.14	Mensagem "abcdEFGH" dividida em duas mensagens MSRP.	34
2.15	Processo para o envio de uma mensagem MSRP.	35
2.16	Processo para o envio de uma mensagem MSRP.	36
2.17	Esquema sugerido pela RFC 3862.	38
2.18	Exemplo de um payload CPIM a encapsular uma mensagem em text/xml	38

LISTA DE FIGURAS

2.19	Envio de uma SIP MESSAGE por intermédio de um servidor <i>store-and-forward</i>	39
2.20	<i>Payload</i> CPIM com cabeçalho IMDN.	40
2.21	Notificação gerada com indicação de entrega.	41
3.1	Arquitectura do IP-SM-GW de acordo com a TS 23.204	44
3.2	Arquitectura para <i>Offline Charging</i>	47
3.3	Arquitectura para <i>Online Charging</i>	48
3.4	Submissão e entrega de uma mensagem com interoperabilidade <i>Transport-Level</i>	50
3.5	SIP REGISTER com indicação de suporte ao SMS.	51
3.6	SIP MESSAGE transportando uma Short Message.	52
3.7	Submissão e entrega de uma mensagem com interoperabilidade <i>Service-Level</i>	53
3.8	SIP REGISTER com indicação de suporte ao OMA SIMPLE IM para mensagens <i>Large</i>	54
3.9	Submissão de uma mensagem por terminal SMS.	55
3.10	Submissão de uma mensagem por terminal OMA SIMPLE IM.	56
3.11	Entrega directa de uma <i>Instant Message</i> a um terminal SMS.	57
4.1	Interfaces directamente ligadas ao IP-SM-GW.	60
4.2	Gateways protocolares do IP-SM-GW.	61
4.3	Modelo de dados do IP-SM-GW.	65
4.4	Lógica após recepção de uma Short Message.	68
4.5	Lógica após recepção de uma SIP MESSAGE.	69
5.1	Arquitectura desenvolvida para testes.	72
5.2	Envio de uma Instant Message a um terminal SMS.	75
5.3	Envio de uma mensagem texto para o '351966000001'.	76
5.4	Recepção da mensagem enviada pelo utilizador SIP '351966000003'.	77
5.5	Envio de uma Short Message a um terminal SIP.	78

5.6	Recepção da mensagem enviada pela Large Account 'MEO'	79
6.1	Cenário de integração do XAF SMSC Mobile® na rede do operador.	83
B.1	Submissão de uma Short Message ao SMSC vinda de um domínio IMS.	93
B.2	Entrega de uma Short Message a um terminal IMS.	94
B.3	Indicação do HLR/HSS das capacidades do terminal.	95
B.4	Procedimento de Alerta ao SMSC quando um UE está disponível para receber SMs.	96
B.5	Indicação do HLR/HSS das capacidades do terminal.	96
B.6	Cancelamento do registo de um terminal.	97
B.7	Short Message Mobile Originated em IMS.	98
B.8	Short Message Mobile Terminated em IMS.	99
B.9	Submissão de uma SM a partir de uma IM.	100
B.10	Entrega de uma SM como IM.	101
B.11	Immediate Event Charging.	102
B.12	Immediate Event Charging Refound.	103
B.13	Event Charging with Unit Reservation.	104

LISTA DE FIGURAS

Lista de Tabelas

2.1	TPDUs do Short Message Service	14
2.2	Parâmetros do SMS-DELIVER e SMS-SUBMIT	15
2.3	Mensagens e parâmetros para a SM-RL	16
2.4	Métodos SIP	24
4.1	Mapeamento das mensagens 3GPP para Ro em correspondentes mensagens Diameter.	63
4.2	Mapeamento das mensagens 3GPP em correspondentes Diameter a circular em Sh.	64
A.1	MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM	87
A.2	MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE	88
A.3	MAP-REPORT-SM-DELIVERY-STATUS	89
A.4	MAP-READY-FOR-SM	90
A.5	MAP-INFORM-SERVICE-CENTRE	90
A.6	MAP-SEND-INFO-FOR-MO-SMS	90
A.7	MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE	90
C.1	ICP SM-Submit.	107
C.2	ICP SM-Submit-Report.	108
C.3	ICP SM-Delivery.	109

LISTA DE TABELAS

C.4	ICP Delivery-Report.	109
C.5	ICP SM-Status-Report.	110
C.6	ICP Report-SM-Delivery-Status.	110
C.7	ICP Send-Routing-Info.	111
C.8	ICP Send-Routing-Info-Ack.	111
C.9	ICP Any-Time-Modif.	112
C.10	ICP Ready-for-SM.	112
C.11	ICP OMA-IM-Originated	113
C.12	ICP OMA-IM-Terminated.	113

Lista de Acrónimos

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AAA	Authentication, Authorization and Accounting
AS	Application Server
AVP	Attribute-Value Pair
BGCF	Breakout Gateway Control Function
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
CDF	Charging Data Function
CGF	Charging Gateway Function
CPIM	Common Profile for Instant Messaging
CS	Circuited Switch
CSCF	Call Session Control Function
CTF	Charging Trigger Function
DNS	Domain Name System
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
GPRS	General packet radio service
GSM	Global System for Mobile communications
HLR	Home Location Register
HSS	Home Subscriber Server

Lista de Acrónimos

HTTP	Hypertext Transfer Protocol
ICP	Internal Control Protocol
I-CSCF	Interrogating Call Session Control Function
IETF	Internet Engineering Task Force
IM	Instant Messaging
IMDN	Instant Message Disposition Notification
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMS	IP Multimedia Subsystem
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IP	Internet Protocol
IP-SM-GW	IP Short Message Gateway
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISUP	ISDN User Part
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	Telecommunication Standardization Sector
MAP	Mobile Application Part
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
MRFC	Multimedia Resource Function Control
MRFP	Multimedia Resource Function Processor
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
MSISDN	Mobile Station Integrated Services Digital Network
MSRP	Message Session Relay Protocol
MTP	Message Transfer Part
MTU	Maximum Transmission Unit
MWD	Message Waiting Data file

NGN	Next-Generation Network
OCS	Online Charging System
OMA	Open Mobile Alliance
OSA	Open Service Access
OSI	Open System Interconnection
P-CSCF	Proxy Call Session Control Function
PLMN	Public Limited Mobile Network
PS	Packet switch
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service
RPG	Redes de Próxima Geração
RTP	Real-time Transport Protocol
SC	Service Centre
SCCP	Signalling Connection Control Part
S-CSCF	Serving Call Session Control Function
SDP	Session Description Protocol
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIM	Subscriber Identity Module
SIMPLE	SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions
SIP	Subscriber Identity Module
SM	Short Message
SM-AL	Short Message Application Layer
SME	Short Message Entity
SM-LL	Short Message Link Layer
SMMO	Short Message Mobile Originated

Lista de Acrónimos

SMMT	Short Message Mobile Terminated
SM-RL	Short Message Relay Layer
SMS	Short Message Service
SMSC	Short Message Service Centre
SMS-GMSC	Gateway MSC For Short Message Service
SMS-IW MSC	Interworking MSC For Short Message Service
SM-TL	Short Message Transfer Layer
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SRI	Send Routing Info for SM
SS7	Signalling System #7
TCAP	Transaction Capabilities Application Part
TCP	Transmission Control Protocol
TISPAN	Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking
TPDU	Transport Protocol Data Unit
UCP	Universal Computer Protocol
UDP	User Datagram Protocol
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
VLR	Visitor Location Register
VoIP	Voice over IP
XAF	eXtensible Architecture Framework

Capítulo 1

Introdução

As redes de comunicações estão hoje a sofrer uma profunda revolução na forma como os serviços assentam nas redes de transporte. Até agora, temos assistido à evolução das redes de transporte de forma paralela entre si, fornecendo um acesso cada vez mais rápido e de melhor qualidade aos serviços prestados aos utilizadores. São exemplo deste facto as constantes evoluções da rede móvel em tão curto espaço de tempo, que começou por fornecer um simples serviço de telefonia móvel e hoje fornece acesso à Internet, e os constantes investimentos na rede *Public Switched Telephone Network* (PSTN) que tinha como principal objectivo o acesso a informação a partir da Internet e que hoje generaliza a comunicação multimédia com serviços *triple-play*. O problema principal que surge com esta evolução dispar dos meios de acesso é o facto de, a determinada altura, os utilizadores tomarem certos serviços como ubíquos e não os poderem aceder em qualquer meio de acesso, como serviços de presença, *messaging* e as redes sociais. Para colmatar este problema, surge então o conceito das Redes de Próxima Geração (RPG).

Apesar do nome, as RPG não prevêm grandes evoluções a nível tecnológico, sendo que procuram reaproveitar recursos já bem conhecidos para atingir um objectivo principal: fornecer um determinado serviço a um utilizador, mantendo o mesmo nível de qualidade, independentemente do seu meio de acesso. Para tal, uma rede RPG terá de pensar numa abstracção total entre serviço e meio de acesso, deixando essa complexidade para a camada de transporte. Uma das maiores particularidades do IP é a sua independência em relação às restantes camadas protocolares, e é por isso reaproveitado para permitir agora a conectividade dos utilizadores independentemente dos diferentes meios de acesso onde este possa estar ligado [1].

Desde 2003 que este conceito de RPG tem vindo a ser normalizado. A *International*

Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) elaborou a recomendação Y.2001 [2], onde define uma *Next Generation Network (NGN)* como sendo: "A *packet-based network able to provide telecommunication services and able to make use of multiple broadband, QoS-enabled transport technologies and in which service-related functions are independent from underlying transport related providers and/or services of their choice. It supports generalized mobility which will allow consistent and ubiquitous provision of services to users*". Este documento define ainda as características que uma RPG deverá ter e que vão de acordo com as dificuldades actuais encontradas pelos serviços oferecidos nas redes legadas. Dessas características destacam-se as principais como: a transferência de dados *packet-based*; a separação dos serviços oferecidos da sua rede de transporte; a convergência dos serviços fixos com os dos móveis; uma arquitectura pensada de raiz para endereçar questões relacionadas com comunicações de emergência, segurança, privacidade e interceptação legal de comunicações, resolvendo desta forma problemas que se enfrentam actualmente nas redes legadas [1].

Baseada nos conceitos descritos, surge do *3rd Generation Partnership Group (3GPP)* a normalização do *IP Multimedia Subsystem (IMS)*, que surgindo no seguimento da implementação das redes 3G no mundo celular, preenche todos os requisitos de uma RPG. A normalização da rede IMS surgiu na *release 5* do 3GPP e continua a receber contribuições, sendo actualmente preparada a evolução para a *release 9* [3]. Os objectivos desta rede são claros e vão de acordo com o que é necessário para ser adoptada como RPG: aproveitar o que a rede celular e a PSTN têm de melhor, arquitectando uma infra-estrutura de transporte convergente (*all-IP*) onde os seus utilizadores tenham acesso aos mesmos serviços independentemente da sua localização e tecnologia de acesso de forma a tornar a utilização dos serviços ubíqua. Claro que do ponto de vista dos operadores também interessa baixar os custos de operação e aumentar as receitas. Pretende-se conseguir isto no IMS pois em vez de gerir várias redes diferentes, os operadores passam a gerir apenas uma, abrindo portas a novos negócios com terceiros para implementação de novos serviços sobre a rede. Para além dos novos, a ideia do IMS é também melhorar os serviços já existentes, aliando a cobertura "quase"total das redes celulares com as particularidades mais importantes a nível de serviço oferecidas pela PSTN: QoS e *charging* (sendo nesta rede orientado ao serviço) [4, 5].

1.1 Motivação e Objectivos

Quando questionado pelo jornal espanhol "El Mundo" se julgava que o Voice over IP (VoIP) iria substituir a telefonia actual, Vinton Cerf (considerado pela comunidade científica um dos criadores da Internet pelo seu papel no desenvolvimento dos protocolos TCP/IP) assumiu que de facto "não faz sentido manter duas redes, quando há capacidade e qualidade para fundi-las", apontando a relevância da investigação e evolução para uma só rede convergente [6]. É neste contexto que surge a problemática que serve de mote para o tema desta dissertação de mestrado.

Em qualquer cenário de migração de uma tecnologia utilizada massivamente, haverá sempre um período de convivência entre a tecnologia legada e a nova. Nesse período, é imperativo manter os serviços que mais sucesso têm no seio dos utilizadores e, ao mesmo tempo, do ponto de vista dos operadores, os serviços que mais retorno financeiro trazem. É o caso do *Short Message Service* (SMS) [8] da rede *Global System for Mobile communications* (GSM).

O SMS é, possivelmente, o serviço de mensagens mais popular do mundo. Surgiu inicialmente como uma norma do GSM, contudo, hoje é mantida pelo 3GPP. O conceito do serviço é bastante simples e funciona num sistema *store-and-forward*, onde as mensagens são submetidas por um cliente a um *Short Message Service Center* (SMSC) e de seguida sujeitas a uma tentativa de entrega por parte deste para o cliente destino. No caso desta mensagem não ser entregue, fica armazenada para futura tentativa. Uma mensagem curta (ou *Short Message* - SM) utiliza um *payload* máximo de 140 octetos para transportar dados. Desta forma, temos cerca de 160 caracteres disponíveis com uma codificação de 7 bits, embora seja flexível, podendo ser utilizadas codificações de 8 ou 16 bits reduzindo o tamanho máximo da mensagem escrita para 140 e 70 caracteres respectivamente [7].

Apesar da sua simplicidade, a verdade é que a utilização deste serviço cresceu exponencialmente desde que foi implementado. Estatísticas de 2007 da *Cellular Telecommunications & Internet Association* (CTIA) indicam que no ano 2000 nos Estados Unidos da América eram enviadas 14,4 milhões de mensagens de texto por mês, sendo que em Junho de 2007 esse valor subiu para 28,8 biliões, representando uma subida de 130% face ao mesmo mês de 2006 [7], o que representa claramente uma contínua tendência crescente na utilização do serviço. Para além destes valores, é contabilizada ainda a utilização do serviço para fins comerciais ou de serviço público, que representam também uma grande fatia das receitas dos operadores, cujos lucros são obtidos graças à grande discrepância entre o valor das receitas e os reduzidos custos de operação.

Neste contexto surge então a problemática abordada por esta dissertação. Havendo uma

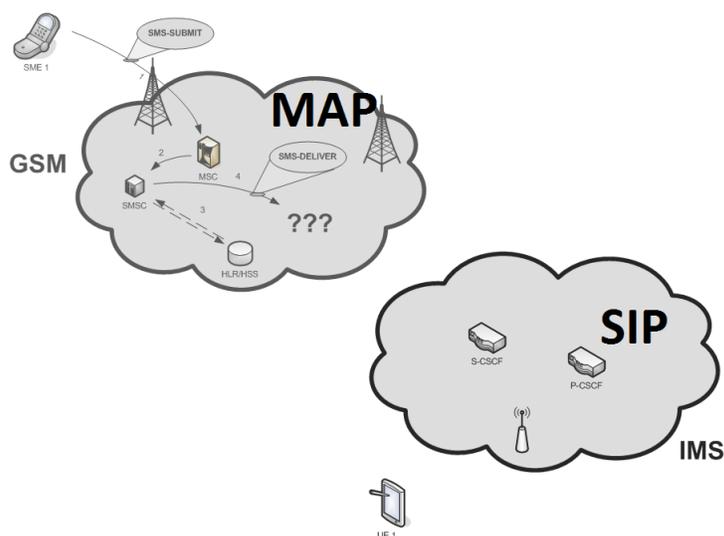


Figura 1.1: Tentativa de entrega de uma mensagem no domínio IMS

migração nas operadoras para uma rede IMS, o SMS torna-se obsoleto, pois o protocolo de sinalização utilizado em GSM (*Mobile Application Part - MAP* [8]) é completamente diferente do utilizado em IMS (*Session Initiation Protocol - SIP* [9]), como podemos observar na Figura 1.1. Por outro lado, as operadoras não querem perder uma das principais fontes de receita.

Surge então a necessidade de criar uma solução que expanda o SMS à rede IMS, ou que pelo menos permita uma coexistência dos serviços de mensagens presentes em ambas as redes. Esta última hipótese é também interessante na medida em que permite a exploração de serviços de mensagens que oferecem outro tipo de experiência de utilização como o *Instant Messaging* (IM).

Neste contexto, a empresa de I&D de uma das maiores operadoras nacionais lançou o desafio à Universidade do Minho na forma de projecto de dissertação para o Mestrado em Engenharia Informática. Nesse projecto propõe-se que seja efectuado um estudo em redor do tema, de modo a avançar com uma solução para a problemática apresentada no parágrafo anterior. Essencialmente, pretende-se o levantamento de todos os aspectos que contribuam para dotar de interoperabilidade, entre os domínios GSM e IMS, as actuais soluções de *messaging* da PT Inovação. Para tal, delineou-se o estudo das arquitecturas e protocolos dos domínios referidos, de forma a compreender o seu funcionamento e avançar com uma solução para o problema da interoperabilidade entre eles. Se possível, a solução apresentada deverá ser validada com testes sobre um protótipo, estando este ponto dependente dos resultados obtidos com o estudo efectuado.

Esta dissertação apresenta os resultados desse estudo e a solução proposta para interoperabilidade entre os domínios GSM e IMS. Adicionalmente, apresenta a validação da solução proposta com a descrição da arquitectura criada para testes e discussão dos resultados obtidos.

1.2 Principais Contribuições

Apesar de enquadrado num ambiente empresarial, as potencialidades deste projecto destacam-se sobretudo pelo facto de não existirem muitas soluções para a problemática apresentada. Um breve estudo de mercado efectuado, provou que para além da pouca oferta de soluções, estas não se encontram com grandes pormenores acerca da sua viabilidade e suporte para as normas pretendidas [13, 14, 15, 16]. Para além disso, um dos objectivos da empresa é o desenvolvimento próprio, garantindo independência total em relação a soluções de terceiros e, conseqüentemente, o controlo total da sua solução.

O que prova que há de facto uma lacuna na oferta de soluções para esta problemática é o estado actual das normas associadas. Em algumas especificações 3GPP, foram detectados erros e contradições que tornavam impossível a sua leitura e compreensão. Dessa forma, uma das contribuições deste projecto foi o contacto com os autores das normas onde foram detectados problemas e é possível, que em alguns casos, essas normas sejam corrigidas e alteradas nos próximos encontros dos respectivos grupos de trabalho como consequência desse contacto.

Neste contexto, esta dissertação apresenta uma solução para o problema da interoperabilidade, entre os serviços de mensagens em IMS e GSM, clarificando todos os conceitos relacionados. Reunindo essa informação neste documento, espera-se que este contribua para facilitar e impulsionar a migração da rede legada para a RPG.

Outro contributo diz respeito à divulgação do trabalho desenvolvido perante a comunidade científica. No decorrer deste projecto de dissertação foram publicados dois artigos científicos [17, 18] onde são descritos os serviços de mensagens estudados, as normas e a solução para interoperabilidade, e que contribuiram para a escrita do estado da arte.

1.3 Organização da Dissertação

No presente capítulo, é apresentado sucintamente o problema da interoperabilidade entre os serviços de mensagens das redes GSM e IMS, bem como a motivação e objectivos que levaram

ao desenvolvimento deste projecto.

No Capítulo 2 são estudados alguns conceitos essenciais para o desenvolvimento da solução. Desta forma, são descritas as arquitecturas de rede envolvidas, nomeadamente a GSM e o IMS, e os respectivos serviços de mensagens. Espera-se que o leitor no final deste capítulo seja capaz de identificar as entidades principais das arquitecturas apresentadas, os serviços de mensagens nelas existentes e, finalmente, porque razão estes serviços não são compatíveis.

No Capítulo 3 apresenta-se pela primeira vez o elemento solução do problema, ou seja, o *IP Short Message Gateway* (IP-SM-GW). Assim, é abordada a arquitectura envolvente ao IP-SM-GW, apontadas as normas principais, e as suas diferentes formas de funcionamento.

Após o enquadramento e apresentação da solução para a problemática presente nesta dissertação, apresenta-se no Capítulo 4 o desenho elaborado para o desenvolvimento do sistema. São especificadas as interfaces, descrita a forma como a solução apresentada vai lidar com os protocolos associados, apresentado o modelo de dados pelo qual se deverá gerir o desenvolvimento da base de dados do sistema e, para concluir, são descritos os processos fundamentais que o sistema deverá suportar.

Os principais aspectos da fase de desenvolvimento e testes são apresentados no Capítulo 5. São descritos pormenores acerca do desenvolvimento do demonstrador para a solução estudada e apresentados resultados dos cenários de teste concebidos.

Finalmente, no Capítulo 6 conclui-se esta dissertação com uma avaliação e reflexão sobre o estudo e resultados obtidos. São analisadas as principais contribuições do projecto e o possível trabalho futuro associado a este tema.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo pretende-se contextualizar o leitor no problema da interoperabilidade, apresentando com mais detalhe as arquitecturas das redes intervenientes e o funcionamento dos serviços de mensagens, bem como as entidades de rede responsáveis pelo mesmo.

2.1 Arquitectura da Rede GSM: Breve Abordagem

O desenvolvimento da rede GSM começou no início dos anos oitenta a partir de um grupo de trabalho criado na CEPT (*Conference of European Posts and Telegraphs*), tendo sido nomeado de *Groupe Spécial Mobile* (o primeiro significado de GSM). O objectivo deste grupo era claro: estudar e desenvolver uma rede celular pública para os 900MHz, utilizando o espectro que havia sido previamente alocado. Desta forma uniformizavam-se os serviços de comunicações móveis europeus abandonando os (poucos) já existentes que careciam de terminais universais a todas as tecnologias. Como resultado desse estudo, e já no final dos anos 80, a responsabilidade do GSM foi transferida para a ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) e as siglas abandonaram o nome do grupo de trabalho que deu origem à tecnologia, passando a designar o nome para a mesma: *Global System for Mobile communications*. A implementação e as operações comerciais desta tecnologia começaram logo no início dos anos 90 pela Europa e não só. Cerca de cinco anos após o início das operações comerciais (meados de 1995), já operavam ou planeavam redes GSM cerca de sessenta países espalhados pelo mundo, desde a Europa, passando pela África, e chegando mesmo à Austrália, contabilizando um total de 5,4 milhões de assinantes. Hoje em dia temos cerca de 80% da população coberta por esta rede [19, 20].

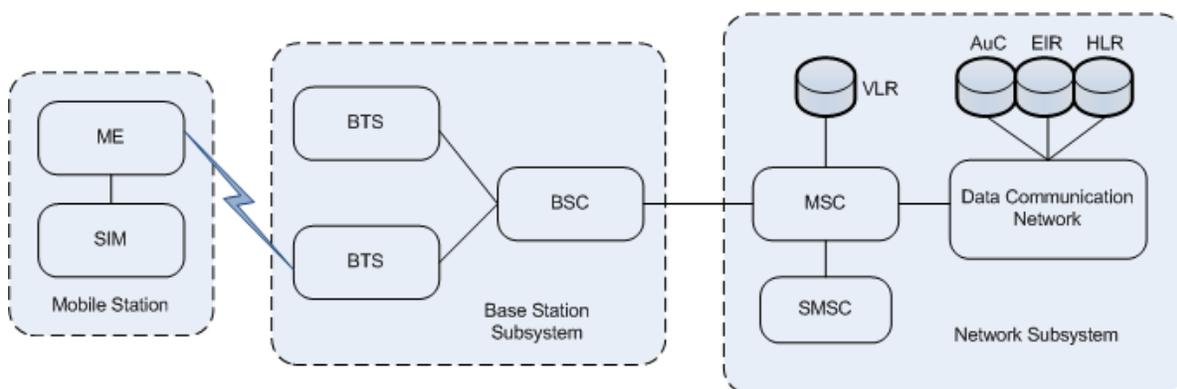


Figura 2.1: Arquitectura de rede da GSM

A arquitectura funcional de um sistema GSM pode ser dividida em três entidades funcionais: a Estação Móvel, ou terminal, que é detido pelo subscritor; o Subsistema da Estação Base, que controla a ligação rádio com a estação móvel; e o Subsistema de Rede, onde é efectuada a comutação de chamadas entre outras tarefas relacionadas com o controlo do sistema. As entidades funcionais são descritas de seguida podendo ser contextualizadas na arquitectura da rede GSM mostrada na figura 2.1.

2.1.1 Estação Móvel

A Estação Móvel (*Mobile Station - MS*) é composta por várias "peças". O equipamento físico ou seja, o *hardware*, contém o transmissor rádio e o processador de sinais digitais, tendo como identificador único o IMEI (*International Mobile Equipment Identity*). A informação referente ao subscritor estará unicamente no SIM (*Subscriber Identity Module*) e este irá conter o IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*) que é a sua identificação única. O facto do IMEI e do IMSI serem identificações independentes, e do módulo SIM ser apresentado fisicamente na forma de um cartão de pequena dimensão, permite a total mobilidade pessoal do subscritor (não o limitando à utilização do mesmo terminal). Este cartão pode ser protegido contra utilização não autorizada com a utilização do código de segurança PIN (*Personal Identity Number*).

2.1.2 Subsistema da Estação Base

O Subsistema da Estação Base é composto por duas entidades: a BTS (*Base Transceiver Station*) e a BSC (*Base Station Controller*). A BTS aloja os transmissores rádio que definem uma célula

e lida com os protocolos da interface de rádio mantida com a estação móvel. O número de BTSs é determinado pela densidade da área a cobrir, de forma a fornecer a capacidade apropriada para a célula. A BSC é responsável por gerir os recursos para uma ou mais BTSs. É esta entidade que lida com a configuração dos canais da interface rádio das BTSs, a definição das frequências utilizadas e com os *handovers* (procedimento que permite a continuidade de uma chamada com a transferência da ligação estabelecida de uma BTS para outra).

2.1.3 Subsistema de Rede

No Subsistema de Rede encontram-se as restantes entidades da arquitectura funcional da rede GSM, mais especificamente as responsáveis pelo estabelecimento e comutação de chamadas, bem como o armazenamento da informação dos subscritores e a ligação à lógica funcional do negócio.

O componente central do Subsistema de Rede é o MSC (*Mobile Switching Center*). O MSC tem as funcionalidades normais de um comutador (como os que já existiam na PSTN e na *Integrated Services Digital Network* - ISDN) lidando ainda com serviços relacionados com o subscritor, como o seu registo, autenticação, actualização de localização, *handover* (inter-MSC) e *routing*. Estes serviços são fornecidos conjuntamente com quatro bases de dados inteligentes que com o MSC formam o Subsistema de Rede.

O HLR (*Home Location Register*) contém toda a informação administrativa de cada subscritor registado na rede GSM, bem como a sua localização actual (geralmente o endereço do último MSC visitado pelo terminal). Pode haver apenas um HLR a servir toda a rede GSM, no entanto, é mais comum encontrar esta base de dados de forma distribuída na rede.

De forma a simplificar e acelerar o acesso à informação existe o VLR (*Visitor Location Register*). Este componente contém informação administrativa seleccionada do HLR sobre serviços subscritos para cada estação móvel que esteja na sua área geográfica. O VLR está tipicamente alocado no MSC de forma a acelerar o acesso à informação (e.g. requisitada durante uma chamada) e, desta forma, simplificar a sinalização utilizada. Nestes casos, a área geográfica controlada pelo VLR é a mesma do MSC.

As restantes bases de dados são o EIR (*Equipment Identity Register*) e o AuC (*Authentication Center*). O EIR contém a lista de todos os equipamentos válidos na sua rede, identificando cada um pelo seu IMEI. O AuC é uma base de dados com informação delicada, isto é, guarda uma cópia da chave secreta registada num cartão SIM de um subscritor, utilizada para autenticação e

cifra no canal rádio.

2.1.4 Protocolos de Sinalização da rede GSM

Em qualquer sistema de telecomunicações é necessário um sistema de sinalização, de forma a coordenar as entidades funcionais da arquitectura espalhadas pela rede. Um protocolo de sinalização define um conjunto de elementos de informação e métodos de transporte, de modo a garantir que essas entidades distribuídas comuniquem de forma transparente entre si.

Em GSM, a transferência de informação de sinalização está à responsabilidade da pilha protocolar *Signalling System No7* (SS7) [21]. O SS7 permite que a sinalização de vários circuitos sejam convergidos numa ligação dedicada e, conseqüentemente, a criação de uma rede de sinalização independente do tráfego de informação de dados, optimizando assim a sua capacidade. O desenho desta pilha protocolar é baseado no modelo OSI diferindo, no entanto, em alguns aspectos.

A pilha protocolar SS7 é dividida em quatro níveis, cujas funcionalidades coincidem com as do modelo de sete camadas OSI, como pode ser observado na figura 2.2. O nível 1 do MTP (*Message Transfer Part*) define as interfaces físicas utilizadas para suportar a ligação de sinalização. O nível 2 fornece verificação de erros e correcção de tramas transmitidas ao longo de uma ligação de sinalização. Finalmente o nível 3 é responsável por duas funcionalidades: *Signaling Message Handling* que disponibiliza procedimentos que permitem *routing* e entrega de mensagens na rede; e *Signaling Network Management* que disponibiliza procedimentos que permitem novas tentativas de entrega das mensagens (e.g. nos casos em que ocorre uma falha na ligação) [22].

Após os diferentes níveis MTP surge a camada aplicacional do SS7. Nesta camada começa-se por encontrar o SCCP (*Signaling Connection Control Part*). Este protocolo disponibiliza meios para a transferência de mensagens entre dois pontos de sinalização na mesma (ou diferentes) rede SS7. Seguidamente, está o TUP (*Telephone User Part*), desenhado para disponibilizar sinalização relacionada com uma chamada CS (*Circuit Switched*). O *ISDN User Part*, ou ISUP, é utilizado para iniciar e terminar chamadas de voz e de dados numa rede ISDN. Finalmente, surge na camada aplicacional o TCAP (*Transaction Capabilities Application Part*) que foi desenhado para transportar informação não relacionada com circuitos, como mensagens de interacção entre bases de dados. Tipicamente, os serviços TCAP encontrados incluem transferência de mensagens entre entidades funcionais como o VLR e o HLR nas redes celulares.

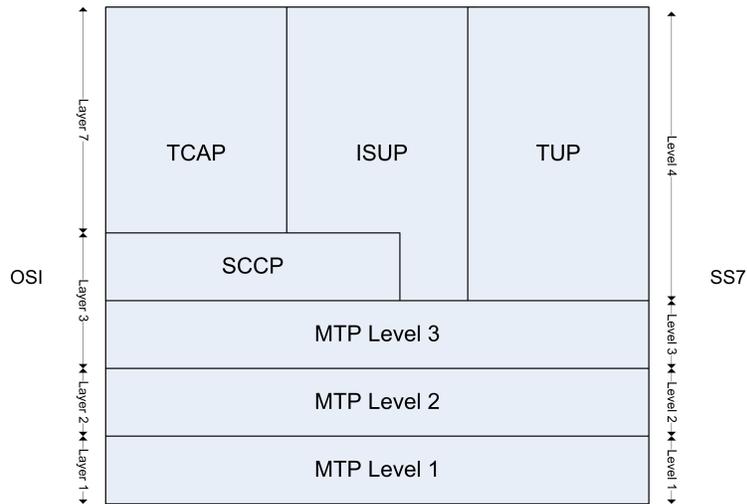


Figura 2.2: Stack Protocolar SS7

Na pilha SS7 existe ainda um protocolo aplicacional que é o MAP (*Mobile Application Part*). Na rede celular, será o MAP o protocolo de sinalização mais importante, pois utiliza os serviços fornecidos pelo TCAP para dotar a rede de sinalização necessária que permita a mobilidade [23, 19].

2.2 O Short Message Service

Como já mencionado na introdução desta dissertação, o *Short Message Service* (SMS) é hoje um dos serviços de troca de mensagens mais utilizados do mundo. Este serviço surgiu a partir da *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) na normalização da rede GSM (Phase 2) sendo inicialmente associado a notificações aos utilizadores relacionadas com mensagens no *voicemail*, baseando-se no antigo serviço de *paging*. No entanto este serviço rapidamente convergiu para troca de mensagens entre utilizadores como alternativa à chamada de voz (tendo um custo geralmente bastante mais reduzido).

Há dois tipos de SMS: *point-to-point* [24] e *broadcast* [25]. No serviço de *broadcast* uma mensagem é enviada a todas as MSs activas presentes numa célula e que tenham a capacidade de receber *Short Messages*. Geralmente este tipo de SMS está associado a serviços de informação e marketing publicitário, sendo uma importante fonte de receitas para as operadoras. O tipo *point-to-point* é o mais utilizado, correspondendo à troca de mensagens entre dois utilizadores.

No entanto este tipo de SMS também pode ser utilizado para fins comerciais quando se trata de pedidos de conteúdos de valor acrescentado como toques ou imagens para o terminal. Esta utilização do serviço aproveita o facto do SMS suportar o envio de binários numa *Short Message*. Os operadores aproveitam também esta funcionalidade para configuração remota de terminais [7, 23].

Apesar do serviço não ser propriamente recente e do surgimento de alternativas mais interessantes com a evolução da rede GSM para a rede *Universal Mobile Telecommunications System* (UMTS), a verdade é que o SMS está a ser reaproveitado em serviços recentes como envio de localização quando associado a terminais que suportem sistemas de georeferenciação (e.g. GPS).

2.2.1 Descrição do Serviço

Para a transmissão de uma mensagem do SMS numa rede GSM é utilizado o canal de sinalização SS7 da mesma. Desta forma torna-se possível receber uma mensagem no decorrer de uma chamada de voz. Tal como o serviço que inspirou o SMS, o serviço de *paging*, é possível ainda que uma mensagem possa ser enviada a um terminal independentemente deste estar acessível ou não. Para implementar essa funcionalidade existe uma entidade intermédia no *core* da rede GSM, entre a SME (*Short Message Entity* - que pode ser a MS ou outro qualquer sistema de envio/recepção de *Short Messages*) que envia a mensagem e a que a recebe, que é o *Short Message Service Center* (SMSC). Na realidade, quando uma SME (que pode ser um utilizador com um terminal ou uma outra qualquer entidade com capacidade para o SMS) envia uma SM a outra, esta está a ser enviada para o SMSC. Esta entidade vai guardar a mensagem e tentar a sua entrega quando o destinatário a puder receber (procedimento de *store-and-forward*).

Com a presença do SMSC os procedimentos associados ao envio de uma mensagem e respectiva recepção pela entidade destino podem ser divididos em duas operações: a Submissão da mensagem ao SMSC por parte de uma qualquer entidade SMS (procedimento *Short Message Mobile Originated* - SMMO); e a entrega da mensagem ao seu destinatário por parte do SMSC (procedimento *Short Message Mobile Terminated* - SMMT). Associados a estas operações estão dois *gateways* no *core* da rede GSM. Assim, numa operação de routing associada à entrega de uma SM, que parte do SMSC para uma MS, esta é encaminhada para o SMS-GMSC (*SMS Gateway Mobile Switching Centre*). O SMS-GMSC interroga o HLR por informação de *routing* associada à MS destino e envia então a mensagem para o MSC retornado. É este último

quem entrega finalmente a mensagem à MS. Numa operação de SMMO, a MS vai submeter a mensagem ao SMSC pré-definido, no entanto, em situações de *roaming* (o terminal origem faz parte de outra rede) a PLMN (*Public Limited Mobile Network*) visitada vai encaminhar a mensagem para o SMS-IWMSC (*SMS Interworking Mobile Switching Centre*) apropriado. Os gateways SMS-GMSC/IWMSC são, na realidade, frequentemente integrados no próprio SMSC. Estas entidades podem ser observadas na figura 2.3, que resume a arquitectura de rede do SMS [23, 24].

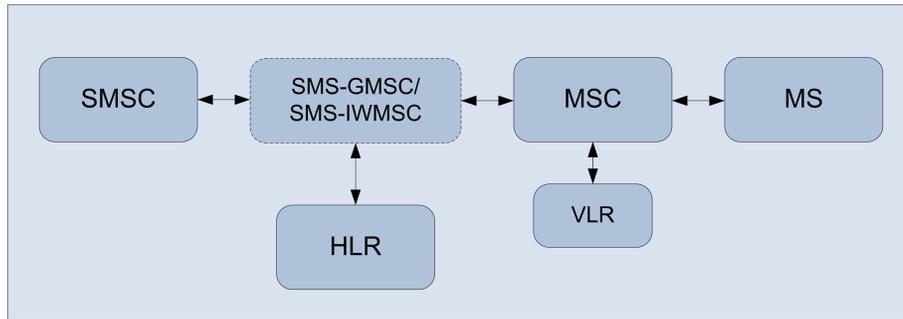


Figura 2.3: Entidades presentes no Short Message Service

2.2.2 Arquitectura Protocolar do Short Message Service

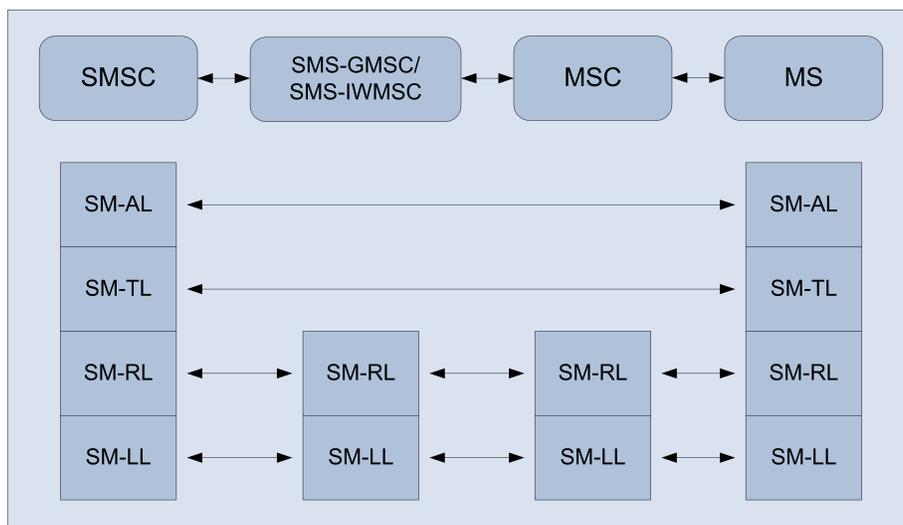


Figura 2.4: Camadas protocolares no Short Message Service

Tabela 2.1: TPDUs do Short Message Service

SMS-DELIVER	Para a entrega de uma SM do SMSC a uma MS.
SMS-DELIVER-REPORT	Indicador de entrega (ou não entrega) do SMS-DELIVER/SMS-STATUS-REPORT.
SMS-SUBMIT	Para a submissão de uma SM de uma MS a um SMSC.
SMS-SUBMIT-REPORT	Indicador de entrega (ou não entrega) do SMS-SUBMIT.
SMS-STATUS-REPORT	Entrega de um relatório de estado de uma SM previamente submetida por um MS ao SMSC.
SMS-COMMAND	Envio de um comando de uma MS ao SMSC.

Como afirmado anteriormente, o SMS utiliza o canal de sinalização SS7 para a comunicação entre as entidades envolvidas no serviço. Na realidade, a arquitectura protocolar do SMS pode ser dividida em quatro camadas, como pode ser observado na figura 2.4. A *Short Message Transfer Layer* (SM-TL) serve a *Short Message Application Layer* (SM-AL) e permite a troca de mensagens ponto-a-ponto entre o SMSC e uma MS e respectivas confirmações de entrega. Na tabela 2.1 estão descritos os *Transport Protocol Data Units* (TPDUs) existentes na SM-TL que circulam entre o SMSC e uma MS.

Os TPDUs vão ser constituídos por vários elementos que permitem que a mensagem seja enviada a uma MS ou a um SMSC e aí correctamente interpretada. Na tabela 2.2 estão patentes os parâmetros das mensagens SMS-DELIVER e SMS-SUBMIT, respectivamente, para entrega a uma MS e submissão a um SMSC. Os parâmetros das restantes mensagens podem ser consultados em mais detalhe na secção 4.

Apesar da identificação dos parâmetros parecer intuitiva, passa-se agora à descrição de alguns que interessa salientar (a descrição detalhada em relação aos restantes pode ser encontrada em [24]):

TP-Data-Coding-Scheme (TP-DCS)

Este parâmetro indica a codificação utilizada no parâmetro TP-USER-DATA e que pode ser de 7 ou 8 bits, ou UCS2.

TP-Validity-Period (TP-VP)

O campo TP-VP permite a uma MS especificar o período de validade num SMSC para uma SM que submete. É essencialmente o tempo máximo durante o qual o SMSC garante o armazenamento de uma SM até ser entregue.

Tabela 2.2: Parâmetros do SMS-DELIVER e SMS-SUBMIT

SMS-DELIVER	SMS-SUBMIT
TP-Message-Type-Indicator	TP-Message-Type-Indicator
TP-More-Messages-to-Send	TP-Reject-Duplicates
TP-Reply-Path	TP-Validity-Period-Format
TP-User-Data-Header-Indicator	TP-Reply-Path
TP-Status-Report-Indication	TP-User-Data-Header-Indicator
TP-Originating-Address	TP-Status-Report-Request
TP-Protocol-Identifier	TP-Message-Reference
TP-Data-Coding-Scheme	TP-Destination-Address
TP-Service-Centre-Time Stamp	TP-Protocol-Identifier
TP-User-Data-Length	TP-Data-Coding-Scheme
TP-User-Data	TP-Validity-Period
	TP-User-Data-Length
	TP-User-Data

TP-More-Message-To-Send (TP-MMS)

O SMSC utiliza este parâmetro para informar a MS que uma ou mais SMs estão ainda em espera para serem entregues. Esta *flag* permite que os canais de comunicação abertos entre as entidades responsáveis pela entrega da mensagem não sejam encerrados até que todas as mensagens sejam entregues.

TP-User-Data-Header-Indicator (TP-UDHI)

O TP-UDHI é um parâmetro de 1 bit que indica que o TP-User-Data contém um header adicional para além da *Short Message*. Esta indicação é necessária nos casos em que estamos perante Short Messages concatenadas (uma mensagem dividida em várias SMs).

TP-User-Data (TP-UD)

Finalmente o TP-UD é onde é transportada a *Short Message*. Este campo, pode transportar 140 bytes de dados para a mensagem conjuntamente, ou não (dependendo do campo TP-UDHI), com um *header*. Como é trivial, o tamanho ocupado pelo *header* vai diminuir a quantidade de dados do corpo que o PDU vai transportar, influenciando ainda a codificação utilizada para o mesmo.

Para transportar os TPDU's entre as entidades da rede GSM envolvidas no processo de submissão e entrega de uma *Short Message* existem ainda duas camadas protocolares inferiores ao SM-TL (como é observável na figura 2.4): a *Short Message Link Layer* (SM-LL); e a *Short Message Relay Layer* (SM-RL).

A SM-RL fornece meios para que na SM-AL uma entidade SMS possa enviar TPDU's à entidade destino. A norma 3GPP TS 24.011 ([26]) define um conjunto de mensagens a utilizar

Tabela 2.3: Mensagens e parâmetros para a SM-RL

RP-DATA	RP-SMMA	RP-ACK	RP-ERROR
RP-Message Type RP-Message Reference RP-Originator Address RP-Destination Address RP-User Data	RP-Message type RP-Message Reference	RP-Message Type RP-Message Reference RP-User Data	RP-Message Type RP-Message Reference RP-Cause RP-User Data

neste contexto: RP-DATA para o transporte de um TPDU da rede para uma MS e vice-versa; RP Short Message Memory Available (RP-SMMA) para a MS indicar à rede que tem novamente memória no terminal disponível para receber SMS; RP-ACK do MSC à MS e vice-versa para indicar a recepção de uma mensagem RP-DATA ou RP-SMMA; e finalmente a RP-ERROR que, como o nome indica, serve para que o MSC informe a MS ou vice-versa de um erro ocorrido na tentativa de transferência de uma mensagem. A tabela 2.3 sintetiza o conteúdo das mensagens descritas.

Para a comunicação entre as entidades da arquitectura GSM, a pilha protocolar SS7 disponibiliza o *Mobile Application Part* (MAP). Este protocolo tem métodos que não só preenchem todos os requisitos da SM-RL como também tratam de toda a sinalização envolvida no processo de submissão/entrega de uma mensagem e seu transporte ao longo do core da rede GSM. Na sua norma estas mensagens MAP são referenciadas como *Short Message Service Management Services* [8]. Os parâmetros destas mensagens incluem, para além do TPDU da SM-TL, informação relevante para o funcionamento do serviço.

De seguida são apresentadas as mensagens MAP específicas para o SMS. O detalhe de construção das mesmas encontra-se em anexo no Apêndice A.

MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM

Este serviço é utilizado entre o *gateway* MSC (SMS-GMSC) e o HLR para que o SMSC obtenha informação de *routing* necessário para a entrega da mensagem para o MSC ou SGSN (no caso de ser por GPRS) que está a servir o destinatário da mensagem a enviar.

MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE

Este serviço é utilizado entre o MSC ou o SGSN, que está a servir uma MS, e o SMS-IWMSC para dar seguimento à submissão de uma *Short Message* a um SMSC.

MAP-REPORT-SM-DELIVERY-STATUS

Este serviço é utilizado entre o SMS-GMSC e o HLR. A chegada desta mensagem ao HLR

configura a *flag Message Waiting Data* (MWI) que informa se houve sucesso, ou não, na tentativa de entrega de uma *Short Message*.

MAP-READY-FOR-SM

Este serviço é utilizado entre o MSC e o VLR e entre o VLR e o HLR. O MSC envia esta mensagem se for notificado pelo subscritor que está em condições de receber *Short Messages* (após ter memória disponível novamente ou ter-se conectado à rede). Por sua vez o VLR reencaminha essa informação com a mesma mensagem ao HLR. O VLR inicia o serviço quando um subscritor, que tem a *flag Message Waiting* activa, estabelece contacto rádio com o MSC.

MAP-INFORM-SERVICE-CENTRE

Este serviço é utilizado entre o HLR e o SMS-IWMSC. O HLR inicia este serviço se o IMSI de um subscritor estiver no ficheiro *Message Waiting Data*, está activo ou a sua MS tem memória disponível.

MAP-SEND-INFO-FOR-MO-SMS

Semelhante ao anterior, mas para uma mensagem recebida pelo MSC no decorrer de uma SMMO.

MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE

Este serviço é utilizado entre o SMS-GMSC e o MSC (ou SGSN) para encaminhar mensagens no processo SMMT.

2.2.3 Procedimentos Elementares do Short Message Service

Até este ponto deste documento foi apresentada a arquitectura funcional do serviço SMS, bem como a pilha protocolar subjacente que permite que as mensagens e, sinalização associada circulem no core de uma rede GSM.

De seguida, são apresentados detalhadamente os procedimentos principais do SMS (SMMO e SMMT) de forma a contextualizar as entidades e mensagens apresentadas anteriormente nas operações respectivas.

SMMO

No procedimento de *Short Message Mobile Originated* (SMMO) a mensagem encontra-se na MS no momento em que esta entidade tenta a sua submissão ao SMSC. A figura 2.5 apresenta

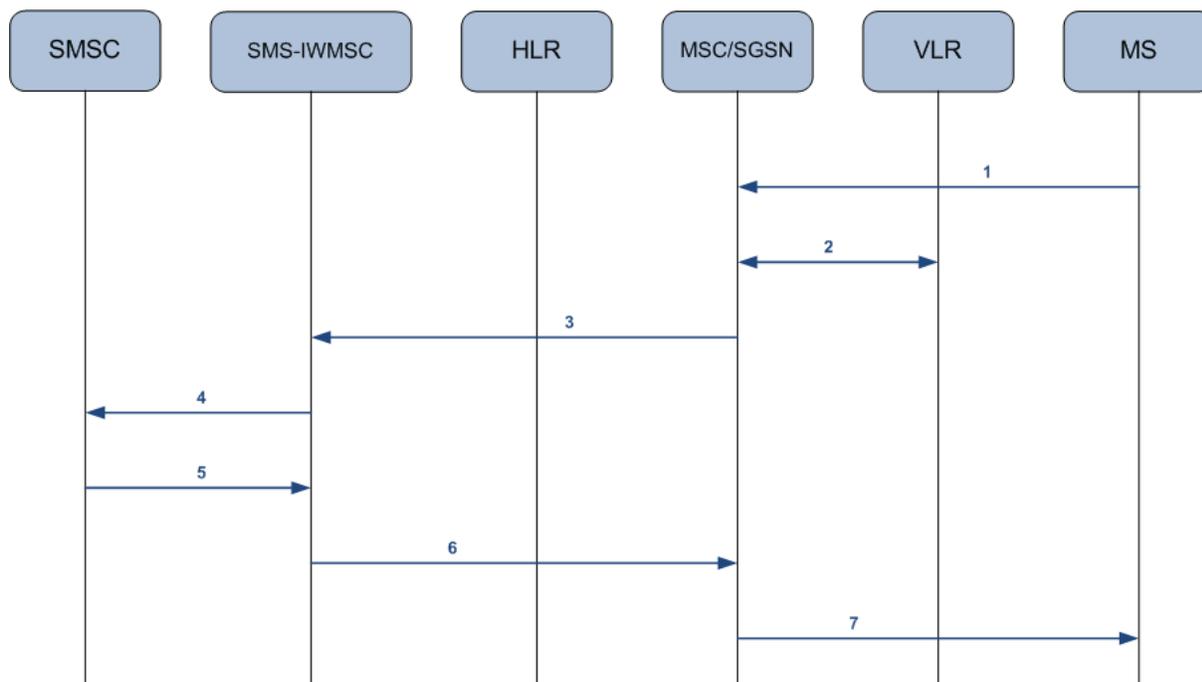


Figura 2.5: Procedimentos do Short Message Mobile Originated

o fluxo temporal deste procedimento. De seguida são apresentadas as descrições de cada passo apresentado.

Relativamente aos passos de 1 a 7 da figura 2.5:

1. A *Short Message* (SMS-SUBMIT) é transferida num RP-DATA da MS para a MSC/SGSN que serve o terminal;
2. O MSC questiona o VLR para obter informações de routing, de modo a dar seguimento à submissão da mensagem. É enviada uma mensagem MAP-SEND-INFO-FOR-MO-SMS, à qual o VLR responde com o endereço do SMSC;
3. O MSC encaminha a mensagem para o SMS-IWMSC do SMSC, numa MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE;
4. O SMS-IWMSC encaminha a SMS-SUBMIT para o SMSC;
5. Após o armazenamento da *Short Message* recebida, o SMSC gera uma SMS-SUBMIT-REPORT e envia para o SMS-IWMSC para que este encaminhe para o MSC que enviou a mensagem;
6. O SMS-IWMSC vai então enviar o SMS-SUBMIT-REPORT para o MSC numa MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE-ACK;

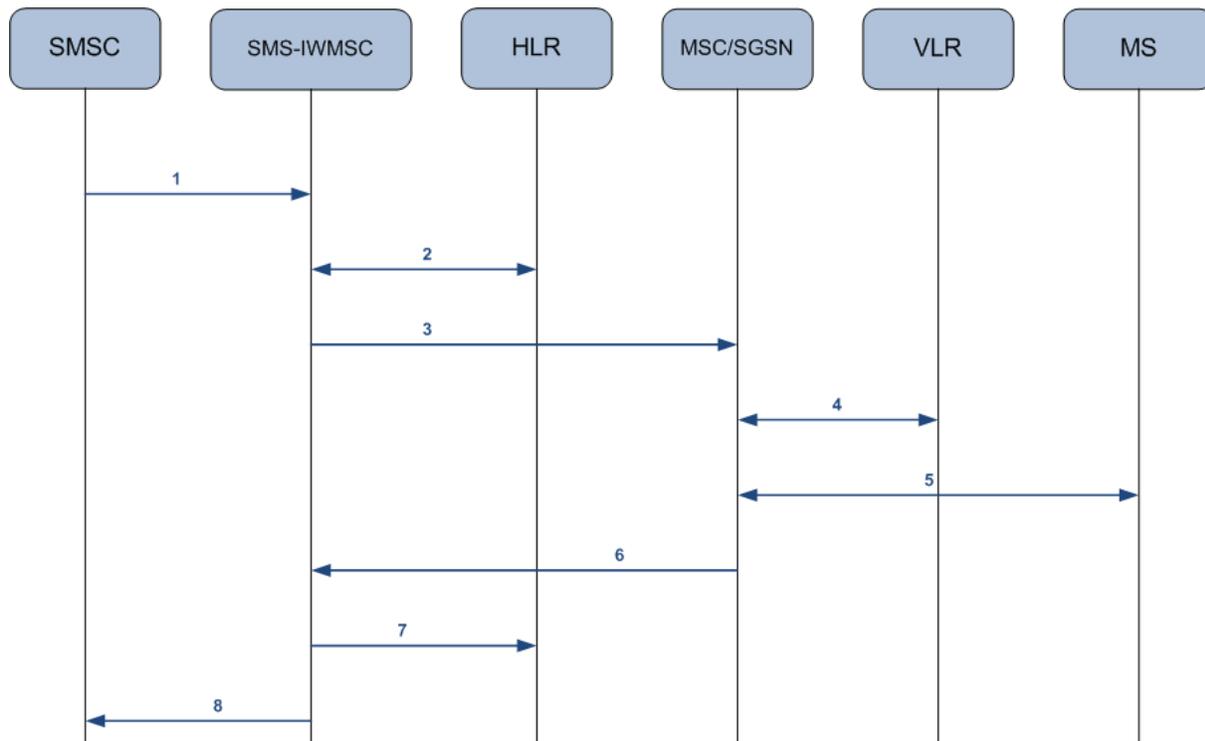


Figura 2.6: Procedimentos do Short Message Mobile Terminated

7. O SMS-SUBMIT-REPORT é finalmente entregue à MS que submeteu a *Short Message*.

SMMT

No procedimento de *Short Message Mobile Terminated* (SMMT) a mensagem encontra-se no SMSC no momento em que este tenta a sua entrega à MS destino. A figura 2.6 apresenta o fluxo temporal deste procedimento. De seguida são apresentadas as descrições de cada passo apresentado.

Relativamente aos passos de 1 a 8 da figura 2.6:

1. A *Short Message* (SMS-DELIVER) é transferida do SMSC para o SMS-GMSC;
2. O SMS-GMSC envia uma MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM ao HLR, à qual este responde com a informação de *routing* referente ao MSC/SGSN que serve a MS do subscritor destinatário da mensagem;
3. A mensagem é então encaminhada para o MSC numa MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE;

4. Nesta altura o MSC questiona o VLR sobre informação de *routing* para encaminhar a mensagem à MS destinatária da SM. Consegue essa informação enviando uma MAP-SEND-INFO-FOR-MT-SMS;
5. A SMS-DELIVER é finalmente entregue à MS destinatária numa RP-DATA (neste ponto estaria uma BTS entre o MSC e a MS mas o processo é transparente). Numa situação em que a mensagem é entregue com sucesso a MS gera então uma SMS-DELIVER-REPORT que submete ao SMSC;
6. O SMS-DELIVER-REPORT é enviado para o SMS-GMSC numa MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE-ACK;
7. O SMS-GMSC notifica o HLR de que a mensagem foi entregue com uma MAP-REPORT-SM-DELIVERY-STATUS. Este passo ocorre em situações em que o terminal estava indisponível (desligado ou com memória cheia) de modo a alterar a *flag Message Waiting Data*;
8. Finalmente a SMS-DELIVER-REPORT é entregue ao SMSC, que pode agora iniciar o processo de entrega de uma SMS-STATUS-REPORT à MS que submeteu previamente a SM, indicando que esta foi entregue com sucesso.

2.3 IMS: Uma Rede de Próxima Geração

Os operadores de telecomunicações notaram nos últimos anos uma diminuição drástica na utilização dos serviços de telefonia tradicionais assentes nas PSTNs, que sempre foram principal fonte de receita. Em contrapartida, foi, e continua a ser, registado um aumento exponencial na adesão a serviços móveis sejam eles de telefonia ou dados. Este último tipo de serviço, resumindo-se na maioria dos casos à subscrição ao acesso à Internet por parte do cliente, tem sido explorado desde o aparecimento desta rede por vários tipos de serviços. Estes serviços cativam pela extrema utilidade que possuem e que milhões de utilizadores apreciam. Os melhores exemplos são a *World Wide Web* e o email, mas há muitos mais, como o *Instant Messaging*, presença, VoIP, os blogs e, mais recentemente, o fenómeno das redes sociais. Por esta razão, os utilizadores quando subscrevem um acesso à rede, estão na realidade a pagar pelo acesso desejado a estes serviços e não pela tecnologia em si. Desta forma, é essencial para os operadores montarem uma infra-estrutura onde possam ser facilmente desenvolvidos serviços que cativem novos (e mantenham os actuais) clientes proporcionando-lhes uma experiência agradável [1].

Ultrapassada a fase da exploração de novos serviços e aplicações da Internet, os seus utilizadores desejam ver o seu acesso ubíquo, ou seja, torna-se essencial o acesso constante a

serviços subscritos independentemente da localização, hora ou meio. Para corresponder a estes desafios, é normalizado em 2003 o conceito de Rede de Próxima Geração (RPG). Este conceito surge numa recomendação da ITU-T, a Y.2001, onde uma RPG é descrita como sendo uma rede baseada em comutação de pacotes capaz de fornecer serviços de telecomunicações fazendo uso de múltiplas tecnologias de transporte que garantam Qualidade de Serviço (QoS) nos serviços implementados independentemente da tecnologia de transporte onde assentam [2, 1, 27].

O *IP Multimedia Subsystem* (IMS) foi introduzido na arquitectura do 3GPP (*3th Generation Partnership Project*) na sua *release 5*. O 3GPP foi fundado em Dezembro de 1998 por entidades de normalização da Europa, E.U.A e Ásia, com o objectivo de especificar um sistema móvel de terceira geração que fizesse o uso de tecnologias de acesso rádio dos tipos WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) e TD-CDMA (*Time Division/Code Division Multiple Access*). A missão desta entidade era a de evoluir o actual core da rede GSM. Apesar do IMS ter-se tornado norma 3GPP na *release 5*, a sua arquitectura tem sofrido evoluções no sentido de acompanhar a oferta de novos serviços, englobando já trabalho do TISPAN para a convergência dos acessos fixo e móvel. Actualmente está já na *release 8* [3] e a iniciar a migração para 9. A arquitectura IMS, encaixa naquilo que se definiu anteriormente de RPG, pois é uma rede "*all-IP*" onde se procura convergir o que uma rede celular e uma rede de comutação de pacotes têm de melhor [5, 28].

A arquitectura IMS fornece uma plataforma comum a todos os serviços de forma a reduzir os custos e o tempo dispendido com a sua manutenção, possibilitando aos operadores dedicarem-se sobretudo ao desenvolvimento de novas aplicações e serviços. A arquitectura oferece esta redução de custos e tempo providenciando uma plataforma normalizada e de componentes reutilizáveis. Para além disso, com todas as interfaces normalizadas, facilmente são desenvolvidos serviços por entidades terceiras que possam ser implementados no core de uma operadora. Assim, abrem-se as portas a um mercado aberto onde as operadoras podem dedicar mais tempo à forma de conduzir o negócio.

Esta arquitectura é também capaz de oferecer serviços multimédia com QoS associada. Embora seja notório o aumento substancial da largura de banda nas redes celulares 3G em relação às 2.5G, esta não traz garantias de QoS aos serviços oferecidos. Em contrapartida, a rede IMS especifica requisitos de QoS para a rede IP e beneficia de mecanismos capazes de melhorar e garantir transmissões de dados com qualidade.

Outra grande vantagem da arquitectura IMS é o facto de permitir que os operadores tarifem as sessões multimédia de forma mais apropriada. Se um subscritor de uma rede 3G celular utilizar

videoconferência vai gerar grandes quantidades de tráfego áudio e vídeo. O operador geralmente efectua a cobrança a partir da quantidade de dados transferidos, logo, esta situação reflectia-se numa utilização extremamente cara para o subscritor. Numa rede IMS é discriminada a informação acerca dos serviços requisitados, sendo facilmente distinguido o tráfego proveniente de uma sessão áudio ou vídeo. Desta forma, as operadoras podem efectuar a cobrança da forma que acharem mais adequada, isto é, podem optar por manter a tarifação relacionada com a quantidade de bytes transferidos ou taxar por duração e tipo de sessão.

Finalmente, e para concluir a enumeração das vantagens da arquitectura IMS, resta mencionar que esta arquitectura permite que todos os serviços estejam disponíveis independentemente da localização do subscritor. Tipicamente, um problema inconveniente para o utilizador quando subscreve um serviço de uma rede celular é este deixar de estar disponível quando se está numa situação de *roaming* noutro país. Para resolver este problema, a rede IMS serve-se de tecnologias e protocolos de forma a permitir que os subscritores possam circular de país para país e continuar a usufruir dos serviços subscritos como se estivessem na rede mãe[4, 29, 30].

2.3.1 Protocolos de Sinalização e AAA

O IMS utiliza sobretudo o protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) para controlo e sinalização de sessões. No entanto utiliza também frequentemente o Diameter que é o protocolo para Autenticação, Autorização e *Accounting* (AAA). Existem mais, no entanto estes são os principais responsáveis pelo funcionamento do core da rede IMS.

O SIP é o protocolo chave da arquitectura da rede IMS. Este protocolo, descrito na RFC 3261 [9] é baseado em texto e foi desenvolvido pelo IETF para criar, modificar e terminar sessões multimédia. Posteriormente, foram criadas extensões ao protocolo, no sentido de se tornar capaz de entregar *Instant Messages* e lidar com subscrições a eventos (como presença). O SIP incorpora elementos de dois protocolos da Internet já bastante maduros: o *Hyper Text Transport Protocol* (HTTP [32]) e o *Simple Mail Transport Protocol* (SMTP [33]). Do HTTP, o SIP ficou com a sua arquitectura cliente-servidor e a codificação de endereços em URLs e URIs. Do SMTP, ficou com o seu esquema de codificação baseado em texto e alguns *headers*, como, por exemplo, a reutilização de campos como o "To", "From", "Date" e "Subject". Como podemos observar na figura 2.7 o SIP pode ser transportado por TCP ou UDP.

Para a configuração e estabelecimento de uma sessão multimédia, o SIP irá utilizar o protocolo *Session Description Protocol* (SDP [34]), transportando-o no seu corpo como se pode

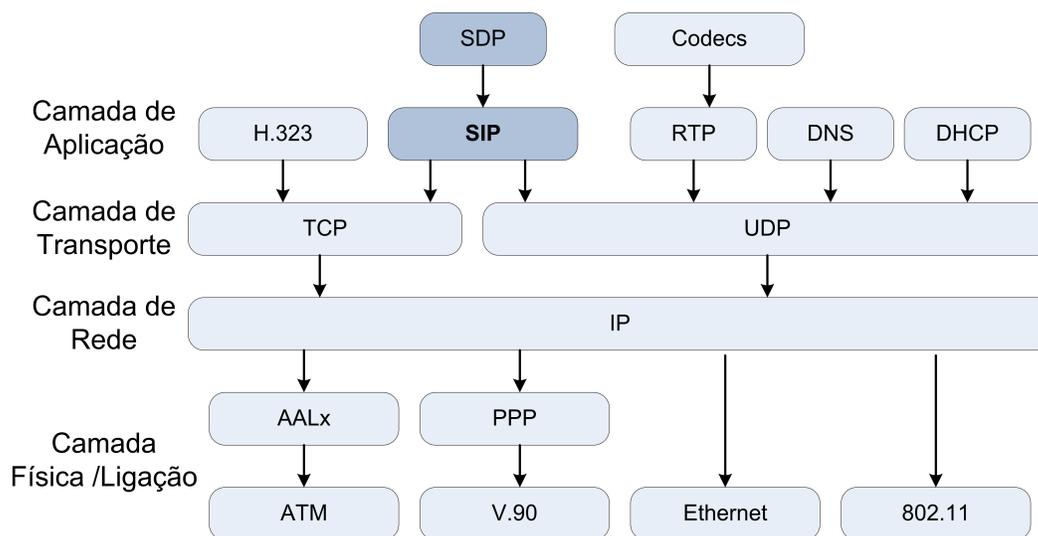


Figura 2.7: Pilha Protocolar da Internet

observar na figura 2.7. Apesar da designação protocolar, o SDP é uma simples descrição textual de sessões multimídia. Na figura 2.8 está apresentada uma mensagem SIP com conteúdo SDP, onde é descrita uma chamada de voz. Na mesma figura é possível identificar que está a ser estabelecida uma sessão multimídia entre um utilizador "Filipe" para outro "Sofia". A descrição da sessão é feita no corpo da mensagem a partir do conteúdo SDP que é descrito no cabeçalho "Content-Type (application/sdp)". Na mensagem SDP é possível saber o tipo da sessão a ser estabelecida a partir do cabeçalho que contém a descrição da mesma, indicando, neste caso, que se trata de uma chamada de voz ($s=Phone\ Call$). No entanto, essa informação é deduzida a partir de um cabeçalho que indica uma sessão áudio utilizando o protocolo RTP.

A mensagem da figura 2.8 utiliza o método INVITE, no entanto existem vários métodos para diferentes efeitos. Em cada método a sintaxe e o conteúdo da mensagem varia para que se adeque à sua finalidade. Na tabela 2.4 são apresentados todos os métodos SIP existentes e a sua finalidade.

A rede IMS utiliza um perfil específico do protocolo SIP. Define extensões a cabeçalhos e parâmetros específicos para as necessidades desta rede. A arquitectura IMS introduziu vários cabeçalhos privados (*P-Headers* [35]) ao protocolo SIP de forma a que o protocolo vá de encontro às necessidades da telefonia [27]:

- **P-Asserted-Identity** - Permite que a rede (e.g. um P-CSCF) identifique uma *Public User Identity* para um utilizador que efectua uma chamada.

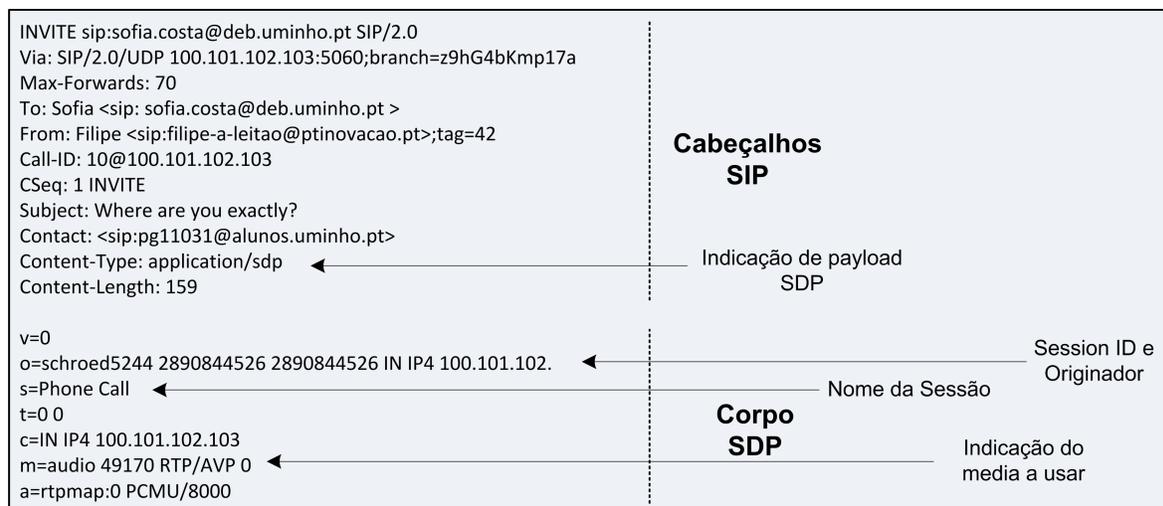


Figura 2.8: Mensagem SIP INVITE com conteúdo SDP.

Tabela 2.4: Métodos SIP

Método	Descrição
ACK	Acusa a recepção de uma resposta final a um SIP INVITE.
BYE	Termina uma sessão.
CANCEL	Cancela um pedido pendente.
INFO	Transporta sinalização para telefonia PSTN.
INVITE	Estabelece uma sessão.
NOTIFY	Notifica um subscritor acerca de um determinado evento.
OPTIONS	Questiona um servidor acerca das suas capacidades.
PRACK	Acusa a recepção de uma resposta provisional.
PUBLISH	Carrega informação para um servidor.
REGISTER	Mapeia o URI publico de um subscritor com a sua localização actual.
SUBSCRIBE	Pedido de notificação de um subscritor relacionado com um evento desejado.
UPDATE	Modifica algumas características de uma sessão.
MESSAGE	Carrega uma <i>Instant Message</i> .
REFER	Indica a um servidor para enviar um <i>request</i> .

- **P-Called-Party-ID** - Permite que o UE destinatário de uma chamada possa saber a *Public User Identity* da entidade que efectuou a chamada.
- **P-Access-Network-Info** - Permite que o UE forneça informação relacionada com a rede de acesso que está a utilizar.
- **P-Visited-Network-ID** - Permite que a rede *home* conheça as identidades de outras redes utilizadas pelo utilizador, na altura do seu registo.
- **P-Associated-URI** - Permite que a rede *home* (e.g. por via do S-CSCF) forneça um conjunto de URIs associados ao *Public User Identity* de um utilizador registado.
- **P-Charging-Function-Addresses** - Permite a distribuição dos endereços das entidades funcionais de tarifação.
- **P-Charging-Vector** - Permite a partilha de informação correlacionada para tarifação.

Em relação ao SDP, a arquitectura também tem algumas restrições específicas: bane a cifra de *payloads*, de modo a que a rede os possa ler e reforçar políticas e QoS no processamento de INVITES; numa mensagem SIP INVITE inicial, a rede IMS requiere que o *payload* SDP inclua as capacidades do terminal com a listagem dos *codecs* suportados por ordem de prioridade; para vídeo e áudio a largura de banda postposta também terá de ser incluída no *payload* SDP.

Para especificar a relação dos protocolos SIP e SDP com a arquitectura IMS o 3GPP lançou duas normas: a TS 24.228 [36] e a TS 24.229 [37].

Para além do protocolo para controlo de sessões, há ainda um sem fim de protocolos com papéis importantes em IMS. O Diameter é o protocolo escolhido para AAA em IMS e o seu protocolo base é definido na RFC 3588 [38]. Este protocolo é uma evolução do RADIUS [39], que é um protocolo muito utilizado na Internet para AAA, como por exemplo, para o estabelecimento de uma ligação entre um subscritor de acesso à rede Internet e o seu ISP.

O Diameter consiste num protocolo base [38] que define as funcionalidades básicas para AAA que são complementadas com as chamadas Aplicações Diameter. As Aplicações Diameter são extensões ao protocolo base para sustentarem uma funcionalidade em particular. Em IMS são utilizadas inúmeras interfaces Diameter, onde poderão circular mensagens diferentes, de acordo com a aplicação Diameter implementada. Nesta dissertação em particular, serão abordadas não só as definições do protocolo base Diameter, mas também alguns conceitos da aplicação para

Credit Control definidos na RFC 4006 [40], e também alguns conceitos particulares para IMS definidos na norma 3GPP TS 32.299 [41].

A figura 2.9 mostra a arquitectura de uma mensagem Diameter. Esta mensagem consiste num cabeçalho de 20 octetos e um determinado número de *Attribute Value Pairs* (AVPs). O comprimento do cabeçalho é fixo e está sempre presente numa mensagem Diameter. O número de AVPs que uma mensagem pode transportar é variável.

O AVP será o transportador dos dados desejados no seu contexto. Estes dados são geralmente de AAA.

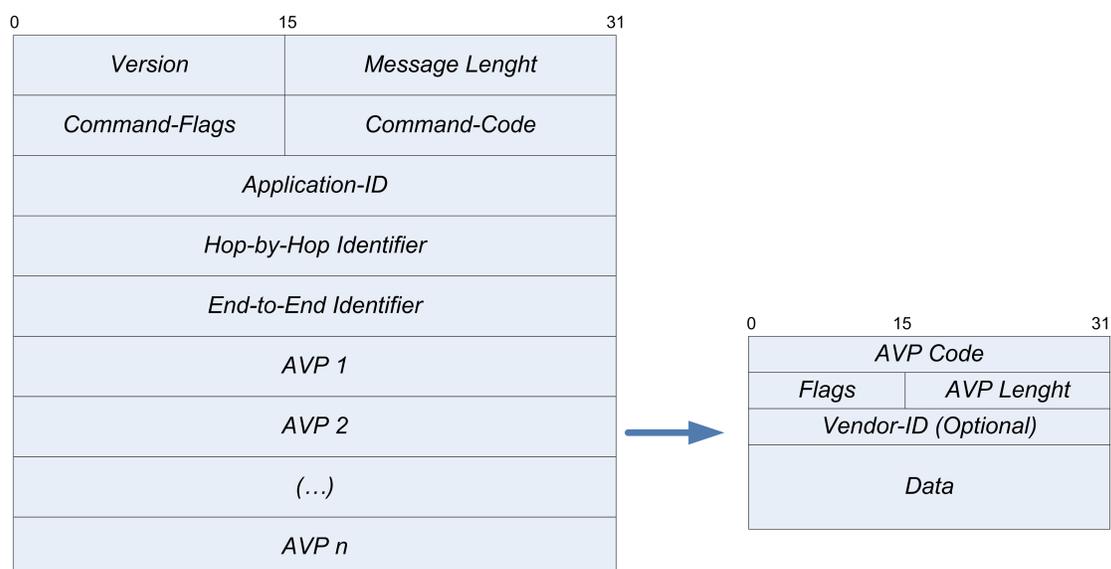


Figura 2.9: Estrutura de uma mensagem Diameter.

Posteriormente nesta dissertação irão ser descritas utilizações particulares destes protocolos, onde será mais compreensível a sua utilização.

2.3.2 Arquitectura da rede IMS

O 3GPP introduziu o IMS como uma arquitectura normalizada para redes *all-IP*. A característica base desta arquitectura é a sua agnosticidade face à rede de acesso. Essa característica é uma mais valia, pois permite a disponibilização de serviços independentes da tecnologia subjacente, seja ela fixa ou móvel.

Esta flexibilidade da rede IMS garante a introdução de serviços inovadores, de modo a cativar novos subscritores garantindo assim novas fontes de receita. Para além disso, a independência da arquitectura em relação à sua rede de acesso permite a reutilização de soluções e serviços já instalados, permitindo uma rentabilização de investimentos já efectuados por parte dos operadores de telecomunicações e fornecedores de serviços. [28]

A arquitectura IMS suporta uma grande variedade de serviços, que são assentes em sinalização SIP. Esses serviços são sobretudo, mas não só, serviços multimédia que podem ser acedidos por um utilizador por vários tipos de terminais IP ou por telefonia tradicional. A arquitectura de rede que suporta estes serviços pode ser dividida pelas camadas Terminal, Transporte, Controlo e Serviço [30]:

- **Terminal:** A arquitectura IMS possibilita que sejam utilizados vários tipos de terminais. Um terminal IMS pode ser um computador, um telemóvel, um *smartphone*, ou outro qualquer terminal IP. No entanto outros tipos de terminais, como telefones analógicos tradicionais também podem aceder à rede de forma indirecta através de *gateways* multimédia.
- **Camada de Transporte:** A camada de transporte é responsável por iniciar e terminar as sessões SIP e garantir a conversão de dados transmitidos entre o formato analógico/digital para pacotes de dados IP. Os terminais IMS podem-se conectar à rede IP na camada de transporte por diferentes tecnologias como WiFi (por uma rede *wireless* local), DSL, cabo, SIP, GPRS (por terminais 2,5G) e WCDMA (por terminais 3G). Adicionalmente, a camada de transporte da rede IMS permite que terminais IMS possam efectuar e receber chamadas de, e para, a rede PSTN, ou outros tipos de redes circuit-switched, via *gateways*.
- **Camada de Controlo:** Na camada de controlo estão presentes os elementos principais do core da rede IMS. Um *Call Session Control Function* (CSCF) é o nome que refere servidores ou *proxys* SIP, e lida com registos SIP de utilizadores e processa mensagens de sinalização SIP para os *Application Servers* (AS) apropriados na camada de serviço. Outro elemento na camada de controlo é o *Home Subscriber Server* (HSS) que arquiva os perfis únicos para cada utilizador.
- **Camada de Serviço:** No topo da arquitectura IMS está a camada de serviço. As três camadas anteriormente descritas fornecem uma plataforma normalizada que permite que fornecedores de serviço facilmente implementem *Application Servers*. Estas entidades

podem executar vários tipos de serviços, mas também fornecer interfaces SIP para a camada de controlo reduzindo desta forma alguma carga.

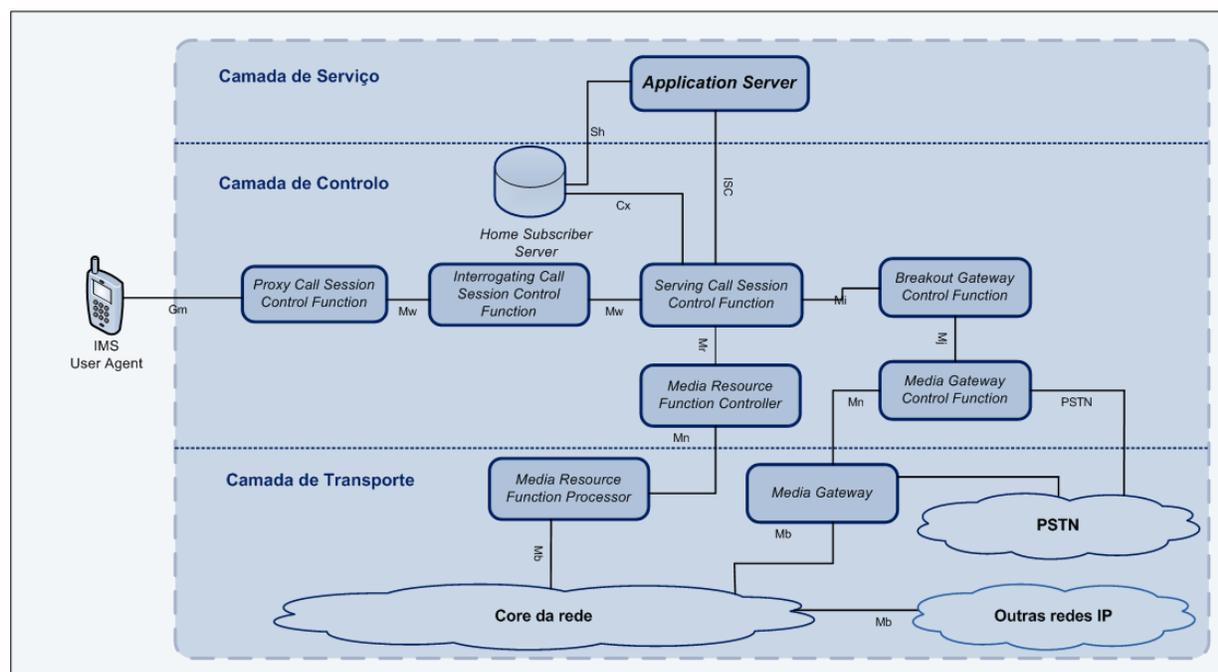


Figura 2.10: Arquitectura IMS.

A figura 2.10 mostra as principais entidades funcionais da arquitectura IMS discriminando-as pela camada correcta de acordo com a descrição anterior. De seguida são descritas as entidades de forma pormenorizada:

- **Application Server**

Um *Application Server* (AS) fornece o acesso a serviços na camada de serviço da rede IMS. Um AS pode estar directamente ligado a um S-CSCF a partir da interface ISC que é SIP, ou indirectamente por um *gateway OSA* (*Open Services Architecture*) para serviços fornecidos por terceiros. Esta entidade pode ainda interagir directamente com um HSS a partir da interface Diameter Sh para obter informação de perfil do utilizador. Os *Application Servers* são utilizados para suportar vários tipos de serviços de telefonia como encaminhamento de chamadas e tradução de números, e podem ainda suportar serviços como presença, conferência e *charging*.

- **Breakout Gateway Control Function**

Um *Breakout Gateway Control Function* (BGCF) recebe pedidos de sessão encaminhados por um S-CSCF ou outro BGCF, e selecciona a rede PSTN correcta. Selecciona um MGCF local ou um BGCF de outra rede. Esta última funcionalidade capacita o *gateway* de operações para optimização das decisões de *routing*.

- **Call Session Control Functions**

Call Session Control Functions (CSCFs) fornecem controlo de sessão na rede IMS. Estas entidades coordenadas com outros elementos do core da rede controlam funcionalidades como *routing* e alocação de recursos. Há três tipos de CSCFs na arquitectura IMS:

- *Serving CSCF* (S-CSCF) : o ponto central para controlo de sessões de um utilizador da rede, sejam elas do tipo originadas ou terminadas.
- *Interrogating CSCF* (I-CSCF) : o ponto de contacto da rede de um utilizador para sessões vindas de outras redes.
- *Proxy CSCF* (P-CSCF) : o ponto de contacto para um utilizador na sua rede IMS.

A figura 2.11 exemplifica de forma muito simplificada a ordem de contacto dos CSCFs numa sessão estabelecida entre dois utilizadores de redes distintas.

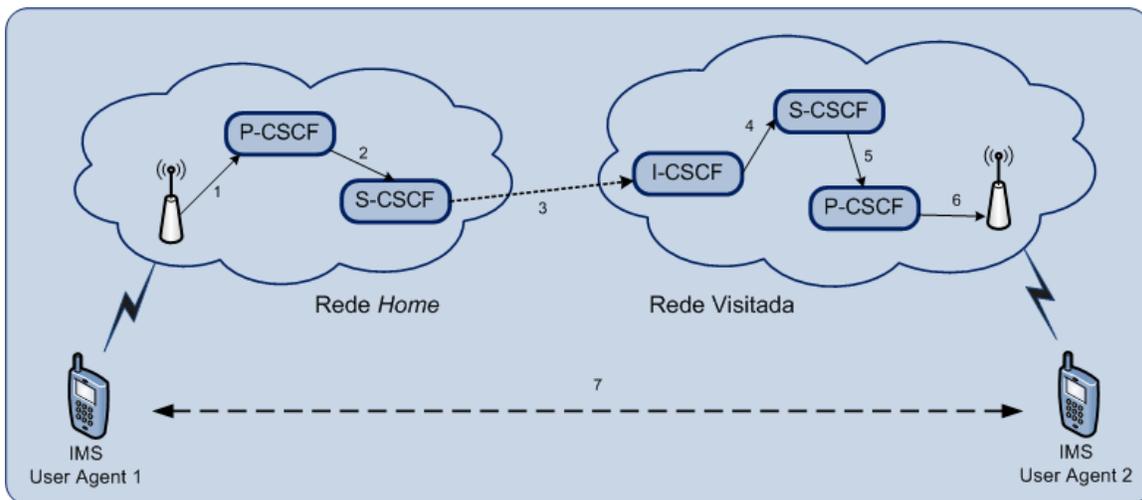


Figura 2.11: Ordem de contacto simples dos CSCFs de duas redes distintas.

Um S-CSCF funciona como um *registrar* como definido na RFC 3261 [9]. Nesta funcionalidade, aceita mensagens SIP REGISTER e cria um mapeamento entre o ID

público do utilizador e a posição actual do seu terminal. O S-CSCF recolhe do HSS informação de perfil do utilizador que acabou de se registar na rede, incluindo os *filter criteria* que são regras que indicam os ASs que lhe fornecem serviços. Durante o estabelecimento de sessões ou modificação das mesmas, o S-CSCF monitoriza a mensagem SDP para se certificar que a sessão está de acordo com os parâmetros do perfil do subscritor.

O S-CSCF utiliza os *filter criteria* para encaminhar mensagens SIP para o respectivo AS consoante o serviço requisitado. Esta funcionalidade pode ser despoletada pela chegada de um qualquer método SIP, a presença de um determinado *header*, a direcção do pedido ou o conteúdo da mensagem SDP.

O S-CSCF também tem funcionalidades para encaminhamento de mensagens SIP. Este obtém o endereço de um I-CSCF, para a rede do operador que serve o destinatário da mensagem, de um servidor de nomes (DNS) utilizando o contacto do utilizador final. Encaminha então a mensagem para o destinatário e no caso deste estar na rede PSTN a mensagem é encaminhada para um BGCF para que este encaminhe a mesma na PSTN.

O I-CSCF serve de ponto de contacto inicial a uma rede IMS de outro domínio. Tem funcionalidades de *proxy* SIP, embora *stateless*, isto é, sem noção de estados. Esta entidade apenas encaminha as mensagens SIP para o S-CSCF indicado para o utilizador final. Serve sobretudo para esconder a topologia da rede visitada a entidades da rede externa (*Topology Hiding*).

Finalmente, o P-CSCF serve de ponto de contacto inicial para um utilizador na rede IMS. Efectua uma funcionalidade de *proxy* SIP *statefull*, encaminhando todos os pedidos do *User Equipment* (UE) para o S-CSCF indicado no momento do seu registo. Esta entidade pode ainda efectuar compressão de dados para reduzir a quantidade de dados enviada para, ou do, UE.

- **Home Subscriber Server**

O *Home Subscriber Server* (HSS) contém a base de dados de todos os subscritores do domínio IMS, como informação relacionada com subscrição de serviços de forma a suportar o funcionamento dos mesmos em todas as entidades de rede que vão intervir. Suporta autenticação e autorização e guarda os perfis dos utilizadores, e guarda ainda informação sobre os S-CSCF que estão, no momento, alocados a cada subscritor.

Uma rede IMS pode conter um ou vários HSSs. Esta quantidade depende do número de subscritores, da capacidade dos equipamentos e da organização topológica da rede.

- **Media Gateway Control Function**

O *Media Gateway Control Function* (MGCF) dá suporte para a interoperabilidade entre uma rede IMS e uma rede PSTN. Para tal, suporta conversão protocolar SIP-ISUP [42] e controla o *Media Gateway*.

- **Media Gateway**

O *Media Gateway* (MGW) opera sob controlo do MGCF para suportar a interoperabilidade entre uma rede IMS e PSTN. Esta entidade efectua a interacção entre canais de redes *circuit-switched* e *stream de media* de redes *packet-switched*, e efectua a sua tradução. Adicionalmente, suporta a geração e detecção de *Dual Tone Multifrequency* (DTMF).

- **Media Resource Function Controller**

O *Media Resource Function Controller* (MRFC) controla os recursos para *stream de media* do *Media Resource Function Processor*. Interpreta a informação de um AS ou de uma entidade SIP e controla o *Media Resource Function Processor* de forma a suportar serviços *media* como *transcoding* e conferência. O MRFC pode ser encontrado em conjunto com ASs de forma a fornecer um serviço específico.

- **Media Resource Function Processor**

O *Media Resource Function Processor* (MRFP) providencia recursos, sob controlo do MRFC, para processamento de media. Suporta a mistura de *streams media*, geração de toques e alertas, *transcoding*, análise de *media*, entre outras funcionalidades.

- **User Equipment**

Finalmente, conclui-se a descrição das entidades de rede IMS com a descrição do (UE). O UE representa a funcionalidade dos vários tipos de terminais IMS. Suporta os requisitos específicos para o acesso à rede onde está enquadrado. Um UE suporta os métodos SIP, tal como definidos para IMS, para registo, estabelecimento de sessões, entre outras funcionalidades.

2.4 Serviços de Mensagens da Rede IMS

Os serviços de mensagens são hoje dos meios de comunicação mais populares do mundo. O serviço de mensagens implementado na Internet mais popular é o *Instant Messaging*. A partir deste serviço pessoas de todas as idades mantêm contacto com familiares e amigos, e é utilizado

inclusive no ambiente empresarial para um contacto mais rápido que o email. Por estas razões, é de esperar que um serviço deste género seja implementado na arquitectura IMS.

O *Instant Messaging*, está geralmente associado ao conceito de Presença, que permite a um utilizador estar informado da disponibilidade de outros utilizadores ou do seu estado na rede (*online/offline*).

Na rede IMS não estava inicialmente previsto o conceito de mensagem de texto curta e pontual como no SMS, por não fazer sentido face aos recursos existentes nas RPG. No entanto, havendo a necessidade de normalizar serviços de mensagens em IMS surgem dois conceitos: o *page-mode* (também designado frequentemente como *immediate-mode*) e o *session-mode* [3].

2.4.1 Page-Mode Messaging

Este é um conceito semelhante ao do SMS do GSM. É um modo de troca de mensagens pontuais e descontextualizadas de qualquer conversação, ou seja, onde o envio de uma mensagem não pressupõe necessariamente uma resposta.

Associado a este conceito existem dois tipos de mensagens: *Short* e *Large* [43, 44].

Mensagens "Short"

Uma mensagem *Short* em IMS utiliza o método SIP MESSAGE, criado para o efeito [45]. Esta mensagem pode transportar no seu corpo texto ou outro qualquer tipo MIME. Ao invocar este método, uma entidade SIP pode enviar uma mensagem pontual a qualquer outra, como demonstra a figura 2.12. No entanto, este método está sujeito às restrições de uma mensagem SIP. Uma dessas restrições é o tamanho. Uma mensagem SIP está limitada, para controlo de congestão de rede, ao tamanho de 1300 bytes. Este valor está relacionado com o MTU mínimo que pode ser encontrado num ponto da rede [9]. Partindo do pressuposto que será de 1500 bytes (rede ethernet), são reservados 200 bytes, para que haja margem de manobra na necessidade de acrescentar cabeçalhos ao longo do percurso.

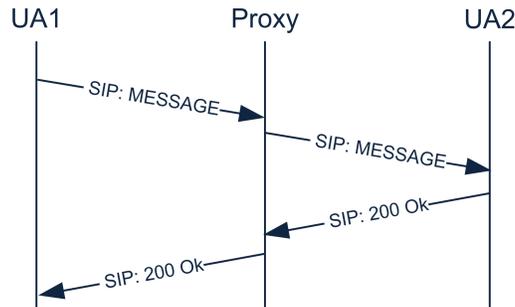


Figura 2.12: Fluxo possível de uma mensagem SIP MESSAGE.

Uma mensagem deste tipo poderia ser a representada na figura 2.13.

```

MESSAGE sofia.costa@deb.uminho.pt SIP/2.0
Via: SIP/2.0/TCP filipe.laptop;branch=z9hG4bK776sgdkse
Max-Forwards: 70
From: sip:filipe-a-leitao@ptinovacao.pt;tag=49583
To: sip:sofia.costa@deb.uminho.pt
Call-ID: asd88asd77a@1.2.3.4
CSeq: 1 MESSAGE
Content-Type: text/plain          <----- Indicação do tipo do conteúdo como texto
Content-Length: 21
Então como estás hoje?          <----- Corpo da mensagem
    
```

Figura 2.13: Exemplo de uma SIP MESSAGE.

Mensagens "Long"

Quando uma mensagem a enviar excede o limite máximo de uma *Short*, é considerada como *Large*. É então utilizado o *Message Session Relay Protocol* (MSRP) para ultrapassar essa limitação. Este protocolo foi criado pelo grupo de trabalho *SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions* (SIMPLE) do IETF [46] e oferece uma solução para a troca de mensagens dentro do contexto de uma sessão SIP.

A utilização do MSRP traz claras vantagens quando comparada com a troca de mensagens singulares. As mais evidentes são: a segurança e privacidade acrescida; a existência de uma interação directa cliente-cliente; e a fácil integração com vários tipos de media [47].

No MSRP existem dois tipos de mensagens:

- **SEND** Request: usado para entregar uma mensagem ou parte dela;
- **REPORT** Request: para reportar o estado de uma mensagem enviada anteriormente.

Relativamente à sua utilização como mensagem *Large*, este protocolo é utilizado para o envio de apenas uma mensagem, podendo esta ser dividida em várias partes. Nessa situação, o *payload* da mensagem é dividido por vários SEND Requests que deverão ter o mesmo identificador. Com esta informação, associada ao cabeçalho Byte-Range, é possível ao receptor da mensagem compor todas as partes. A figura 2.14 exemplifica como a mensagem "abcdEFGH" poderia ser composta em duas mensagens MSRP.

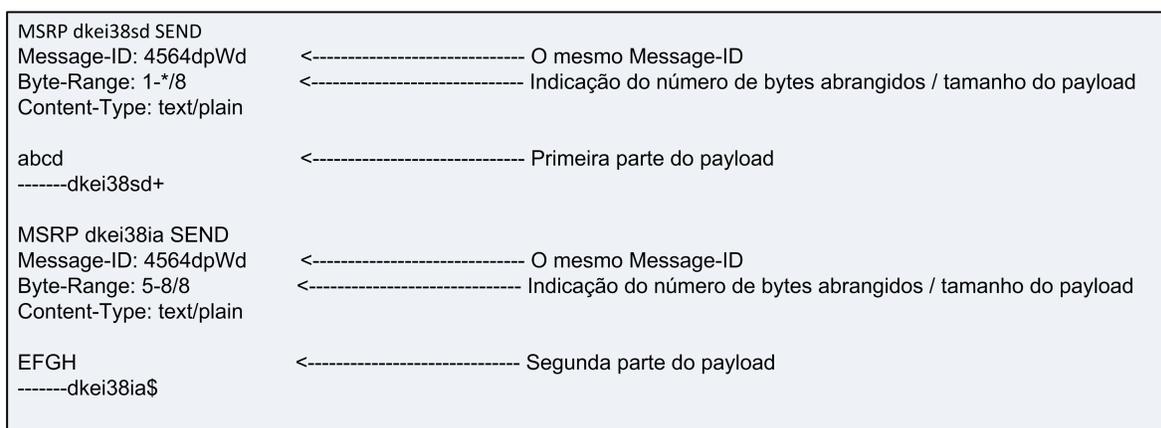


Figura 2.14: Mensagem "abcdEFGH" dividida em duas mensagens MSRP.

Para o envio da mensagem representada na figura 2.14 terá que haver o estabelecimento de uma sessão SIP com indicação do MSRP como media a circular. A figura 2.15 exemplifica esse processo desde o início da sessão e envio de mensagem até ao seu fecho.

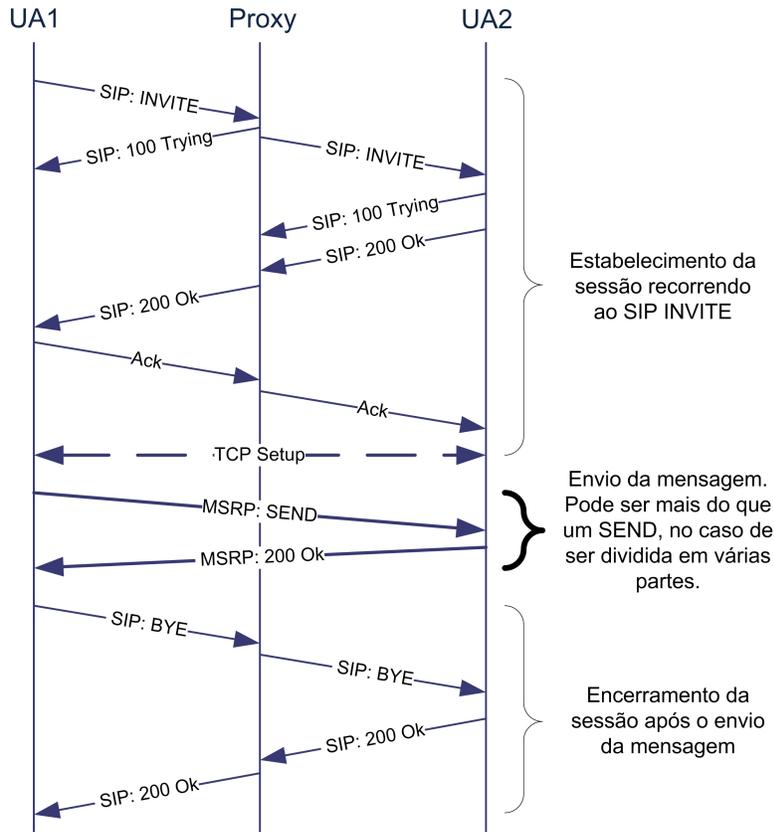


Figura 2.15: Processo para o envio de uma mensagem MSRP.

2.4.2 Session-Mode Messaging

O *session-mode* é o modo mais comum de troca de mensagens relacionado com o conceito de *Instant Messaging*. Este modo ocorre quando é mantida uma conversação entre dois ou mais utilizadores, sendo mantida uma sessão aberta, por motivos de optimização de recursos.

Um serviço de *Instant Messaging* (IM) baseado neste modo, deve seguir os mecanismos básicos definidos para o estabelecimento de uma sessão (*routing*, segurança, controlo de serviço, etc...).

No contexto de uma arquitectura de rede IMS, este tipo de serviço de mensagens deve ser capaz de fornecer: tarifação por mensagem, tamanho e conteúdo; controlo e policiamento, por parte do operador, ao tamanho e conteúdo das mensagens; indicação do tamanho máximo de uma mensagem que um utilizador aceita receber; suporte para um complemento media como parte da

sessão; e suporte para sessões *messaging only*.

Associado a este modo está, implicitamente, o MSRP. No entanto, e contrariamente ao que foi anteriormente explicado, vai ser mantida a sessão aberta para a troca das mensagens enquanto houver conversação. A figura 2.16 demonstra como o MSRP pode ser utilizado neste contexto.

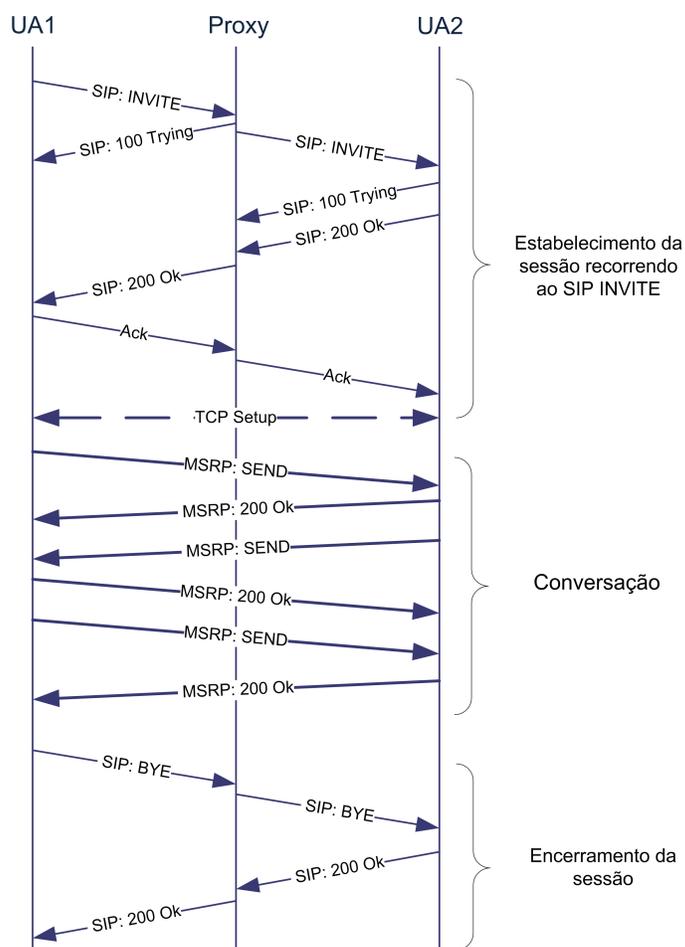


Figura 2.16: Processo para o envio de uma mensagem MSRP.

2.4.3 Encapsulamento do payload

No panorama actual dos serviços de mensagens existentes na Internet, são vários os protocolos criados para *Instant Messaging*. A adesão em massa a certos serviços em relação a outros semelhantes levanta um problema de interoperabilidade. Se dois utilizadores utilizarem dois serviços de mensagens semelhantes, mas que utilizam protocolos diferentes, torna-se impossível

o contacto entre eles, a não ser que acabem por possuir os dois serviços.

Para contornar esta situação, o grupo de trabalho da IETF *Instant Messaging and Presence Protocol* (IMPP) publicou vários RFCs onde são especificados métodos para uniformizar o conteúdo de uma *Instant Message* de modo a facilitar a interoperabilidade entre os diversos protocolos de diferentes serviços de mensagens a partir da construção de *gateways*. Desses RFCs destacam-se pela sua importância para esta dissertação:

- **RFC 3859** - *Common Profile for Presence* [48]
- **RFC 3860** - *Common Profile for Instant Messaging* [49]
- **RFC 3862** - *Common Presence and Instant Messaging (CPIM): Message Format* [50]

O CPIM é uma especificação protocolar com o objectivo de garantir interoperabilidade entre os diferentes protocolos para *Instant Messaging* que existem, definindo uma semântica e formato de dados comuns para o seu *payload*.

A RFC 3862 define o formato **message/cpim**. Este formato é muitas vezes descrito como um formato MIME, o que está de certa forma errado. Na realidade o *message/cpim* é apenas visto como um objecto MIME, mas que encapsula, isso sim, objectos MIME.

A mensagem CPIM, como um objecto MIME, está apta para ser transportada por um protocolo de *Instant Messaging* como o SIP MESSAGE.

Este formato traz sobretudo garantias a nível de segurança, interoperabilidade protocolar, e sintaxe que são os problemas comuns de um objecto MIME.

Desta forma, o CPIM permite:

- um formato de mensagem seguro ponto-a-ponto;
- uniformizar os dados a transportar em mensagens IM;
- independência de uma aplicação específica;
- capacidade de convivência entre um largo número de tipos de endereçamento;
- ser dividido em extensões *multipart*;
- separação clara entre os metadados da mensagem e o seu conteúdo;

- sintaxe simples, regular, e de fácil *parsing*;
- formato de baixo *overhead* para mensagens simples.

Na figura 2.17 está representado o esquema do formato sugerido pelo IMPP para o *payload* de *Instant Messages*.

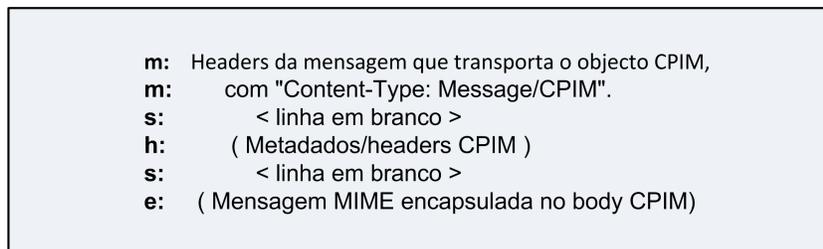


Figura 2.17: Esquema sugerido pela RFC 3862.

Este esquema da figura 2.17 ficaria, numa situação real, similar ao *payload* representado na figura 2.18, que poderia ser, por exemplo, de uma SIP MESSAGE.

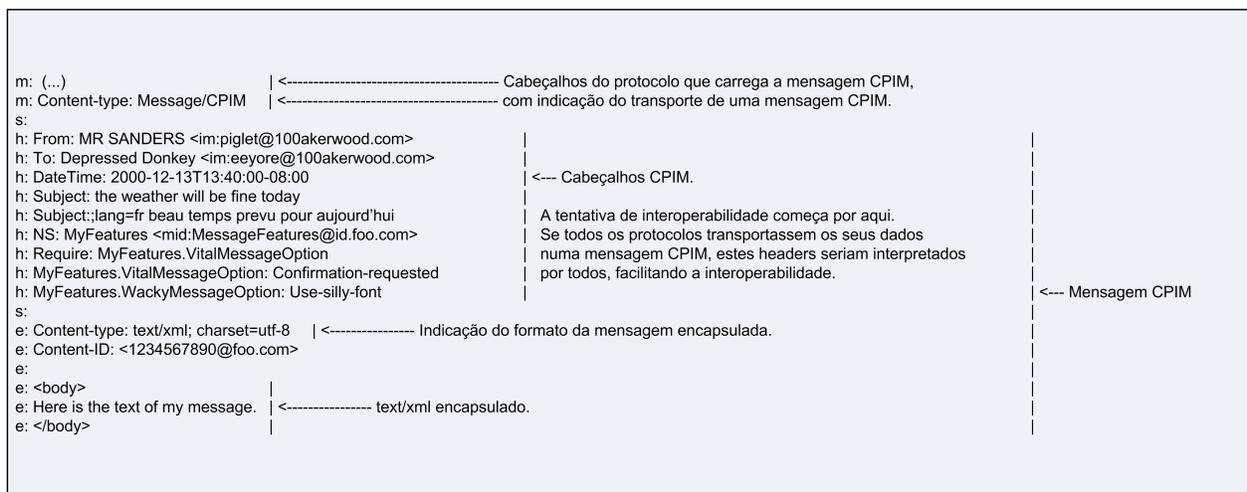


Figura 2.18: Exemplo de um payload CPIM a encapsular uma mensagem em text/xml

Concluindo, numa arquitectura IMS, e de modo a garantir a interoperabilidade entre serviços de mensagens, é recomendada a utilização do CPIM. Mais à frente nesta dissertação, é descrita a importância deste formato para o tema em estudo, em particular a utilização do cabeçalho responsável por garantir o envio de notificações de estado de uma mensagem.

2.4.4 Notificações de entrega

O protocolo MSRP, a partir dos seus cabeçalhos **Success-Report** e **Failure-Report** [47] tem a possibilidade de requisitar um pedido do estado da tentativa de entrega da mensagem:

- **Success-Report:** *yes/no*

Se estiver presente o cabeçalho com o valor *yes*, será gerado um *REPORT Request* indicando a entrega da mensagem. No caso de ser indicado o *no* ou de não estar presente sequer o cabeçalho, não é devolvido *report* algum.

- **Failure-Report:** *yes/no/partial*

Este cabeçalho é utilizado quando é requerido mais pormenor acerca de uma possível falha na entrega da mensagem. Para tal é utilizado o valor *yes*. Quando usado o *partial*, são requeridos apenas alguns tipos de erros, por exemplo, erros *hop-by-hop* não são desejados. Caso contrário, na existência do *no* ou da inexistência do cabeçalho, não é reportado erro algum.

Em contrapartida, utilizando o método SIP MESSAGE deixamos de ter uma maneira de saber se as mensagens estão a ser ou não entregues. Esta propriedade não está patente no protocolo SIP pela sua própria natureza. Este protocolo não foi desenhado para garantir a entrega de mensagens ponto-a-ponto. Assim, a única indicação existente é o código de erro *hop-by-hop* como demonstra a figura 2.19 onde está representado o fluxo de uma mensagem com uma entidade *store-and-forward* a meio do percurso que pode ser um servidor IM ou um *gateway*.

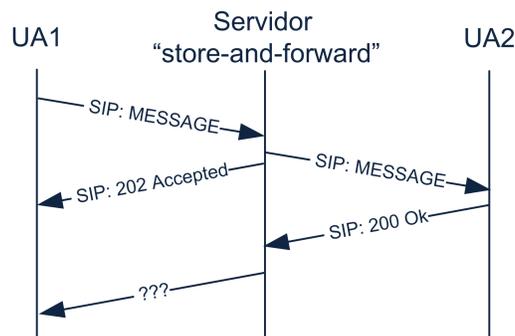


Figura 2.19: Envio de uma SIP MESSAGE por intermédio de um servidor *store-and-forward*

Num serviço de mensagens actual, este tipo de informação, relacionada com o estado da mensagem, é essencial para a interacção entre dois utilizadores. Para que a utilização do

SIP MESSAGE não seja influenciada por esta lacuna encapsula-se o *payload* da mensagem numa mensagem CPIM. Deste modo, utiliza-se o seu cabeçalho *Instant Message Disposition Notification* (IMDN), recentemente promovido a RFC 5438 [51].

O que a RFC 5438 propõe é a adição do cabeçalho **imdn.Disposition-Notification** que irá requisitar notificações do tipo:

- *negative-delivery*: para requisitar uma notificação de como a mensagem foi entregue;
- *positive-delivery*: para requisitar uma notificação de como a mensagem não foi entregue;
- *processing*: para requisitar uma notificação de como a mensagem foi aceite (e.g. por um servidor *store-and-forward*);
- *display*: para requisitar uma notificação de como a mensagem foi apresentada (e.g. aceite pela aplicação).

Após o envio de uma mensagem com um *payload* CPIM indicando a requisição de algum tipo de notificação, a aplicação destinatária terá que construir uma notificação com a informação requisitada e enviar ao seu originador.

Desta forma, uma aplicação pode gerar uma SIP MESSAGE recorrendo ao CPIM para o envio do texto, como exemplifica a figura 2.20, e receber uma notificação como demonstra a figura 2.21. Essa notificação vem em formato **message/imdn+xml**, que também está definido RFC 5438.

```
From: Sofia <im:sofia.costa@deb.uminho.pt>
To: Filipe <im:filipe.leitao@im.ptinovacao.pt>
NS: imdn <urn:ietf:params:imdn>
imdn.Message-ID: 34jk324j
DateTime: 2009-22-11T22:00:00-05:00
imdn.Disposition-Notification: positive-delivery,
Content-type: text/plain
Content-length: 11

Parabens :D
```

Figura 2.20: *Payload* CPIM com cabeçalho IMDN.

```
From: Filipe <im:filipe.leitao@im.ptinovacao.pt>
To: Sofia <im:sofia.costa@deb.uminho.pt>
NS: imdn <urn:ietf:params:imdn>
imdn.Message-ID: d834jied93rf
Content-type: message/imdn+xml
Content-Disposition: notification
Content-length: ...

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<imdn xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:imdn">
  <message-id>34jk324j</message-id>
  <datetime>2009-22-11T22:01:00-05:00</datetime>
  <recipient-uri>im:filipe.leitao@im.ptinovacao.pt
  <original-recipient-uri
    >im:filipe.leitao@im.ptinovacao.pt</original-recipient-uri>
  <delivery-notification>
    <status>
      <delivered/>
    </status>
  </delivery-notification>
</imdn>
```

Figura 2.21: Notificação gerada com indicação de entrega.

2.4.5 OMA SIMPLE IM

Explorando a necessidade existente de normalização de um serviço de *Instant Messaging* para a rede IMS, a *Open Mobile Alliance* (OMA) lançou o **OMA SIMPLE IM** [52]. Como o nome indica, este serviço baseia-se nos conceitos descritos anteriormente, principalmente no trabalho do grupo de trabalho SIMPLE [46] do IETF.

O OMA SIMPLE IM define um conjunto de processos que permitem a troca de mensagens entre utilizadores no domínio IMS, seja no contexto de uma sessão ou fora dele. Com o recurso a serviços também definidos pela OMA [53, 54], é ainda possível associar o conceito de presença do utilizador, bem como gerir uma *pool* de contactos, registar as conversações, entre outras funcionalidades.

Nesta especificação os modos de comunicação anteriormente descritos são divididos em três tipos: *Pager Mode*; *Large Message Mode*; e *IM Session Mode*. O primeiro é apropriado para troca de mensagens breves como notificações ou lembretes. O segundo para troca de mensagens com tamanho superior ao permitido (como por exemplo para o envio de um ficheiro media). O último é similar ao conceito de conferência, onde utilizadores podem entrar e sair de um grupo de conversação a qualquer altura.

As aplicações podem assinalar o suporte ao serviço com os parâmetros '+g.oma.sip-im' para mensagens do tipo *Pager Mode* e/ou '+g.oma.sip-im.large-message' para mensagens do tipo *Large Message Mode*, no cabeçalho SIP *Accept-Contact*.

Embora este serviço tenha sido normalizado com vista á sua implementação num core IMS, a realidade é que está preparado para correr em qualquer ambiente SIP/IP.

2.5 Sumário

Neste capítulo foram apresentadas as arquitecturas das redes GSM e IMS, bem como os serviços de mensagens nelas presentes. Foram apresentadas todas as entidades funcionais de ambas as arquitecturas, descritos os protocolos de sinalização e detalhados os principais procedimentos.

Espera-se que no final do presente capítulo o leitor compreenda o funcionamento das redes GSM e IMS, e porque razão os seus serviços de mensagens não são directamente interoperáveis. Com a informação apresentada pretende-se facilitar a compreensão da solução proposta no capítulo 3.

Capítulo 3

Solução para Interoperabilidade

Em qualquer cenário de migração/evolução de uma tecnologia, haverá sempre um período de convivência entre a tecnologia legada e a nova. Nesse período, é imperativo manter os serviços que mais sucesso têm no seio dos utilizadores, que são geralmente e consequentemente os que trazem mais retorno financeiro para os operadores de telecomunicações. É o caso do *Short Message Service* na rede GSM.

A popularidade deste serviço de mensagens levou a que na rede GSM fosse explorado não só pelas operadoras, como oferta de mais um serviço de comunicação/interacção entre utilizadores, mas também por entidades terceiras com fins comerciais ou institucionais.

No caso da exploração comercial do serviço, este tem sido utilizado como forma de propaganda de novos produtos e serviços por parte de entidades comerciais ou para a oferta de conteúdos multimédia para o terminal como toques e imagens. No caso de intenções institucionais, este serviço pode ser utilizado para alertas gerais à população (e.g. em casos de pandemias ou situações de calamidade).

Com a implementação de uma nova arquitectura de rede é imperativo que estes serviços continuem presentes, para que não haja perda de receitas, e que estes continuem a ser oferecidos do modo mais transparente e menos dispendioso possível para o cliente.

Com o objectivo de interligar o serviço de mensagens SMS da GSM com o serviço de mensagens da rede IMS, foi efectuado um estudo com vista a encontrar a solução que menos impacto tenha no *core* de ambas as redes e que seja o mais transparente possível para os utilizadores e para a própria operadora. Esse estudo é apresentado neste capítulo.

3.1 O IP Short Message Gateway

Para resolver o problema da interoperabilidade entre serviços de mensagens dos domínios GSM e IMS apresenta-se o *IP Short Message Gateway (IP-SM-GW)*, normalizado pelo 3GPP na TS 23.204 [55]. O IP-SM-GW será o responsável pela interoperabilidade entre o SMS e o OMA SIMPLE IM. A figura 3.1 enquadra o IP-SM-GW na arquitectura das redes IMS e GSM, bem como no domínio de tarifação.

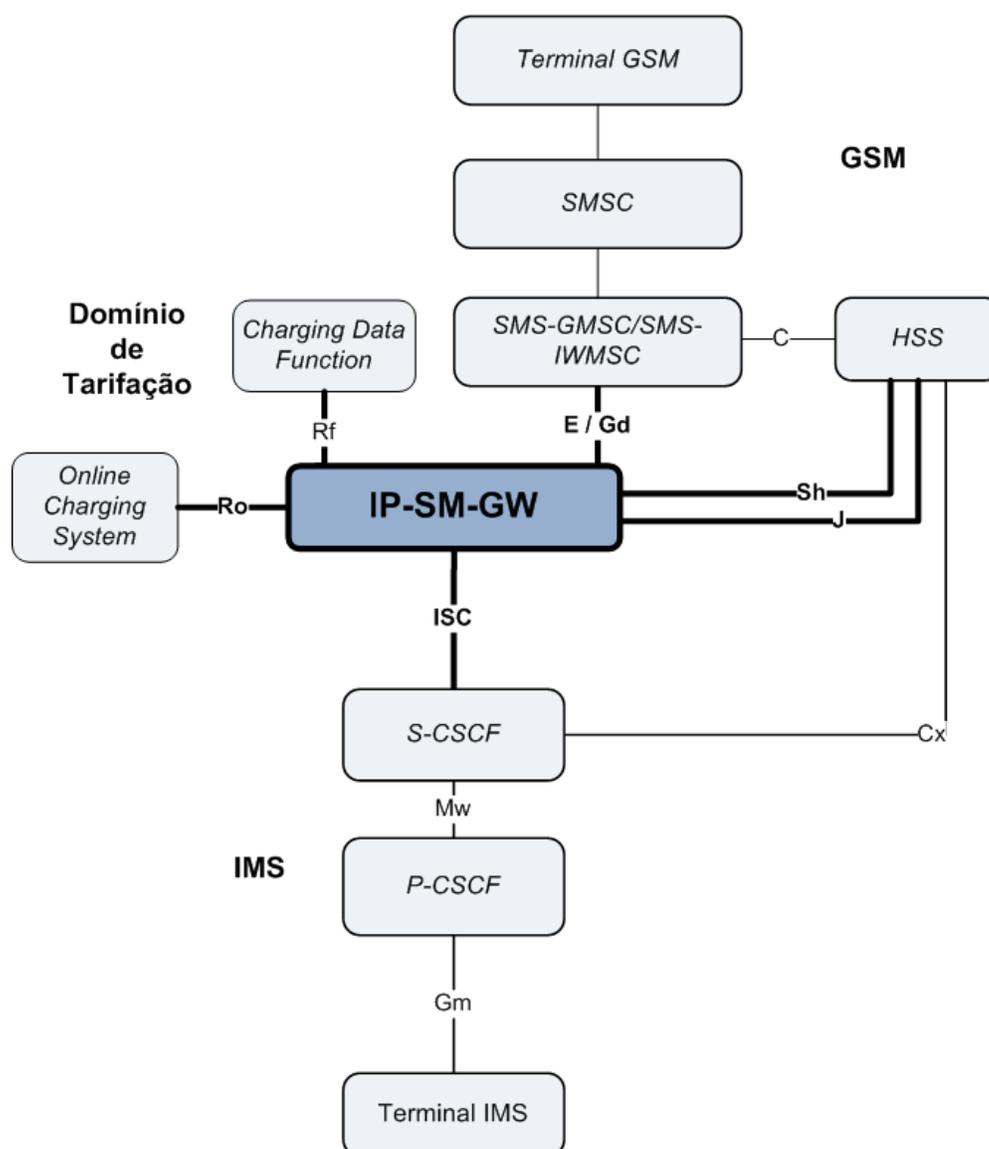


Figura 3.1: Arquitectura do IP-SM-GW de acordo com a TS 23.204

Na figura 3.1 é possível observar que o IP-SM-GW estará em contacto directo com o SMSC, actuando na rede GSM como um MSC. Na rede IMS estará em contacto directo com as entidades de comutação, a base de dados com informação dos utilizadores e finalmente com as entidades de tarifação.

Na TS 23.204, o 3GPP aponta as seguintes funcionalidades para esta entidade:

- determinar o domínio de entrega de uma *Short Message*;
- conectar-se ao domínio GSM, ligando-se ao SMS-GMSC e SMS-IWMSC, pelas interfaces MAP E ou Gd, tal como um MSC ou SGSN;
- responder a pedidos de informação de *routing* vindos do SMS-GMSC e encaminhá-los para o HSS;
- manter uma ligação ao HSS utilizando o protocolo MAP para obter os endereços MSC/SGSN para uma SM terminada na rede *legacy* (CS/PS);
- adquirir e manter informação acerca dos subscritores ao SMS da rede IMS como o seu MSISDN, IMSI e endereço do S-CSCF que os está a servir;
- verificar, para o SMS, a validade dos endereços dos originadores das mensagens recebidas, bem como o receptor quando recebida por IMS. O IP-SM-GW deverá obter um endereço válido (TEL URI) dos cabeçalhos SIP da mensagem recebida;
- em procedimentos de terminação de mensagem (GSM para IMS), mapear o endereço do receptor da mensagem de um MSISDN/IMSI para o formato TEL URI. O core IMS deverá ser capaz de traduzir esse TEL URI no SIP URI indicado para o destinatário da mensagem;
- agir como um *Application Server* no core IMS;
- lidar com a sinalização indicativa da disponibilidade de um cliente para o SMS.

3.2 Elementos da Arquitectura

De seguida enumeram-se as entidades que estão em contacto directo com o IP-SM-GW e as suas funcionalidades neste contexto:

3.2.1 SMS-GMSC/SMS-IWMSC

O *SMS-Interworking MSC* e o *SMS-Gateway MSC* são os pontos de contacto do SMSC com o exterior e, conseqüentemente, com o IP-SM-GW. Este serve-se da interface MAP E/Gd [8] para permitir que os processos *Short Message Mobile Terminated* (SMMT) e *Short Message Mobile Originated* (SMMO) do domínio GSM sejam interoperáveis com o domínio IMS.

3.2.2 HSS

O *Home subscriber Service* (HSS) é um *Home Locator Register* (HLR) melhorado com funcionalidades superiores, por isso pode estar presente em ambos os domínios GSM e IMS. Esta entidade vai conter informação para autenticação e autorização das entidades de rede e ainda perfis dos utilizadores/subscritores dos serviços, logo, informação relacionada com o suporte a serviços de mensagens que o IP-SM-GW requer saber.

O IP-SM-GW comunica com o HSS por duas interfaces: a interface J [8] é MAP, e serve para dotar o IP-SM-GW dos mesmos métodos de um MSC, tais como carregar informações de routing, informar o HLR/HSS da disponibilidade de memória do terminal novamente, e ainda auxiliar no registo/cancelamento da subscrição de um utilizador ao serviço de mensagens; a interface Sh [56] é Diameter e permite ao IP-SM-GW comunicar com o HSS como um *Application Server*.

3.2.3 S-CSCF

O *Serving Call Session Control Function* (S-CSCF) é a entidade central do *core* IMS. É o responsável por controlar as sessões estabelecidas pelos equipamentos dos utilizadores, registá-los no HSS e informar o IP-SM-GW do seu estado e suporte a serviços de mensagens. Para tal, utiliza a interface ISC [37], que é SIP, para comunicar com o IP-SM-GW.

3.2.4 CDF e OCS

O *Charging Data Function* (CDF) e o *Online Charging System* (OCS) compõe o domínio de tarifação de uma arquitectura de rede IMS [57, 58]. A especificação para esta arquitectura em particular para o cenário com o SMS é a 3GPP TS 32.274 [59].

O CDF é responsável por fornecer serviços de *Offline Charging*. Conecta-se ao IP-SM-GW a partir da sua interface Rf, enviando eventos de tarifação baseados na observação do uso dos recursos da rede para posterior cobrança.

Até à data da escrita desta dissertação, a TS 32.274 não apresenta ainda detalhes da arquitectura para *Offline Charging*. No entanto, é possível ter uma ideia das entidades presentes a partir da TS 32.260 (*IP Multimedia Subsystem charging* [57]) onde já são apresentadas as interfaces e elementos da arquitectura *Offline* para IMS, como representado na figura 3.2. No IP-SM-GW vai existir um componente (*Charging Triggering Function - CTF*) que gera eventos de tarifação baseados na observação do uso dos recursos da rede. A informação recolhida vai ser mapeada para o CDF a partir da interface Rf.

Nesta interface circulam mensagens Diameter. Estas vão ser de dois tipos:

- **Charging Data Request** (CTF -> OCF): geradas após ser detectado um evento "cobrável", com informação pertinente à sua cobrança;
- **Charging Data Response** (OCF -> CTF): que é um ack das *Charging Data Requests* recebidas anteriormente.

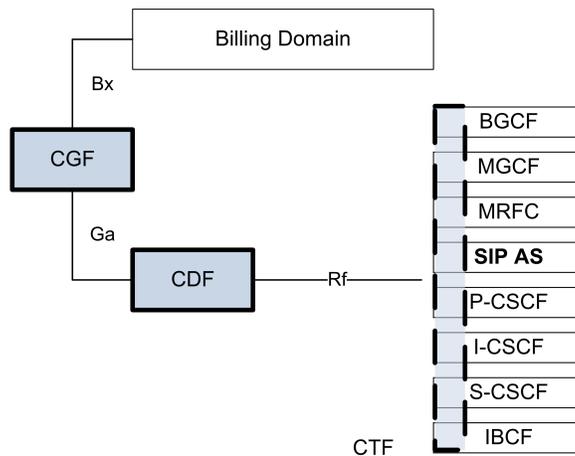


Figura 3.2: Arquitectura para *Offline Charging*

O OCS é a entidade responsável por *Online Charging* e está ao alcance do IP-SM-GW a partir da interface Diameter Ro [60]. Nesta interface circulam eventos de tarifação para débito directo *Immediate Event Charging* (IEC) e para reserva de crédito *Event Charging with Unit Reservation* (ECUR).

Ao contrário do que acontece em *Offline Charging*, a arquitectura para o IP-SM-GW para *Online Charging* já se encontra especificada na TS 32.274.

Nesta arquitectura temos presente o OCS que vai ser composto por três componentes que podem ser observados na figura 3.3: o *Online Charging Function* (OCF) que vai estar em contacto com o IP-SM-GW; o *Rating Function* (RF), responsável por determinar o valor da utilização do recurso pretendido; e o *Account Balance Management Function* (ABMF), que é questionado para obter informação do saldo do subscritor.

A interface Ro liga o CTF ao OCF. Nesta interface vão circular eventos de tarifação, do CTF para o OCF, e as respectivas mensagens de resposta:

- **Debit Units Request** (CTF -> OCF): geradas após ser detectado um evento "cobrável" para pedir o débito desse valor;
- **Reserve Units Request** (CTF -> OCF): geradas após ser detectado um evento "cobrável" para pedir a reserva do crédito ;
- **Debit Units Response** (OCF -> CTF): resposta ao Debit Units Request;
- **Reserve Units Response** (OCF -> CTF): resposta ao Reserve Units Response.

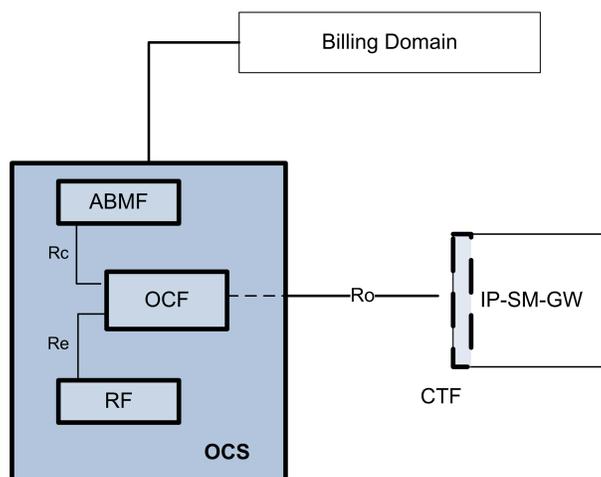


Figura 3.3: Arquitectura para *Online Charging*

3.3 Cenários de Interoperabilidade

Num período inicial de convivência entre os domínios GSM e IMS, não é de esperar que todos os terminais sejam homogêneos. Como tal, o IP-SM-GW terá de suportar vários tipos de cenários que contemplem todas as situações possíveis. Neste contexto, é espectável que um terminal GSM suporte SMS, no entanto um terminal IMS pode estar subscrito apenas ao OMA SIMPLE IM, apenas ao SMS, ou a ambos.

Para contemplar todos os cenários especificaram-se dois tipos de interoperabilidade:

- **Transport-Level** [61]: onde o serviço SMS original é mantido, isto é, o IP-SM-GW irá apenas proceder à troca do *payload* da mensagem MAP para uma mensagem SIP ou vice-versa. No nível de aplicação o protocolo é mantido. A *Short Message* não é alterada desde a sua saída de uma entidade SMS até à entrega/submissão a outra entidade SMS independentemente do seu domínio ser GSM ou IMS.
- **Service-Level** [62]: onde existe a transformação de uma mensagem que chegue ao IP-SM-GW num formato que esteja de acordo com o serviço de mensagens subscrito pelo receptor da mensagem destino. É geralmente a solução para terminais que não suportem SMS. Desta forma é possível converter uma SM numa IM e vice-versa.

Estes dois tipos de interoperabilidade são contemplados pelo 3GPP na TS 23.204 [55]. No entanto, para cada tipo existem normas onde as funcionalidades e os processos relacionados com cada um são pormenorizados. Para *Transport-Level* existe a 3GPP TS 24.341 [61] e para *Service-Level* a 3GPP TS 29.311 [62].

Nas secções que se seguem são descritos estes dois tipos de interoperabilidade em mais pormenor.

3.3.1 Interoperabilidade Transport-Level

No caso de um terminal IMS suportar SMS, e quiser contactar um terminal GSM, então o IP-SM-GW irá proceder a uma interoperabilidade Transport-Level.

Neste tipo de interoperabilidade há a expansão do SMS para a rede IMS, sendo mantidos todas as suas operações e níveis protocolares. A diferença entre esta situação e o serviço tradicional está no protocolo associado ao *Short Message Relay Layer* (SM-RL), que na rede

GSM é o MAP e na rede IMS o SIP, com a extensão para IM, o SIP MESSAGE. A figura 3.4 exemplifica esse processo.

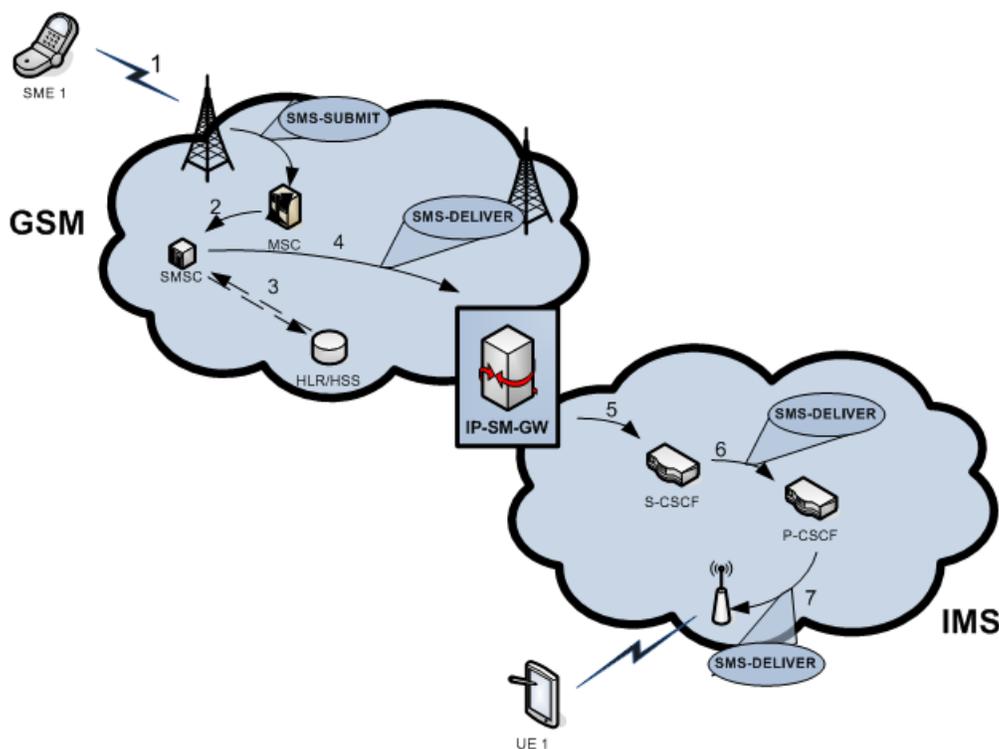


Figura 3.4: Submissão e entrega de uma mensagem com interoperabilidade *Transport-Level*.

Na 3GPP TS 23.204 [55] são especificadas quais as funcionalidades que o IP-SM-GW deverá manter para fornecer este tipo de interoperabilidade. São elas:

- comunicar com um UE em IMS utilizando o protocolo para *messaging* normalizado para tal [45], de modo a encapsular a Short Message recebida, mantendo a sua funcionalidade;
- transportar as mensagens de estado como *Short Messages* encapsuladas no corpo das mensagens SIP em IMS;
- manter dados do subscritor suficientes de modo a determinar a autorização deste para o acesso a este tipo de interoperabilidade;
- escolher o domínio de entrega de uma *Short Message* de acordo com as prioridades do utilizador.

Indicação de Suporte ao Serviço

Como no domínio IMS podem coexistir terminais que suportam e que não suportam o SMS, é necessário para o IP-SM-GW saber quais os que suportam. Essa indicação será feita no momento do registo inicial do terminal no domínio.

Para notificar o seu domínio do suporte ao SMS, terá de estar presente o seguinte parâmetro no cabeçalho SIP *Contact*:

+g.3gpp.smsip

A presença deste parâmetro pode despoletar uma série de processos previamente configurados no HSS e que o S-CSCF carrega no momento do seu registo. Este processo é um *Initial Filter Criteria* (iFC).

Neste caso, a presença do parâmetro no registo, na mensagem SIP REGISTER, vai despoletar o envio de uma notificação ao IP-SM-GW por parte do S-CSCF com a indicação do registo do terminal e do seu suporte ao SMS. Na figura 3.5 está presente uma mensagem emitida na altura do registo do terminal da rede e pode ser observada a presença do parâmetro.

```
REGISTER sip:ipsmgw.ims.ptinovacao.pt SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP sip:ims.ptinovacao.pt
From: < sip:scscf.ims.ptinovacao.pt>;tag=14142
To: < sip:filipe-a-leitao@ptinovacao.pt>
Call-ID: apb03a0s09dkjdfgk49112
Max-Forwards: 70
Allow: INVITE,ACK,CANCEL,BYE,MESSAGE,OPTIONS,NOTIFY,PRACK,UPDATE,REFER
Contact: < sip:scscf.ims.ptinovacao.pt;transport=udp>;expires=600000;mobility="fixed";+g.3gpp.smsip;+g.oma.sip-im.large-message;
User-Agent: IM-client/OMA1.0 Mercurio-Gold/V4.0.1487.0
Authorization: Digest username="filipe-a-leitao@ptinovacao.pt",realm="ims.ptinovacao.pt",nonce="",uri="sip:ims.ptinovacao.pt"
P-Access-Network-Info:3GPP-UTRAN-TDD;utran-cell-id-3gpp=00000000
Supported: path
CSeq: 43 REGISTER
Content-Type: application/3gpp-ims+xml
Content-Length: (...)

<?xml version="1.0"?>
<ims-3gpp version="1">
<service-info> "MSISDN=12345678" </service-info>
</ims-3gpp>
```

Figura 3.5: SIP REGISTER com indicação de suporte ao SMS.

A notificação relacionada com o registo do terminal é enviada pelo S-CSCF para o IP-SM-GW pelo processo de registo de eventos fornecido pela framework *SIP Event Package for Registrations* definida nos RFCs 3265 [63] e 3680 [64].

Short Message em IMS

Para o transporte de uma *Short Message* em IMS será utilizado o método SIP MESSAGE. Desta forma, quando uma SM chega ao IP-SM-GW via MAP para o domínio IMS, o RP-DATA será retirado e literalmente passado para uma mensagem SIP criada para o efeito, convertendo para hexadecimal o seu conteúdo. Do mesmo modo se procede no caso da mensagem partir de um terminal IMS.

Quando a SIP MESSAGE transporta o RP-DATA, indicará o conteúdo do seu *payload* com o cabeçalho *Content-Type* a tomar o valor de:

application/vnd.3gpp.sms[61]

Uma SIP MESSAGE com o *payload* do tipo indicado poderia ser a exemplificada na figura

```
MESSAGE sip:+35196666666@ims.ptinovacao.pt SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP sip:ims.ptinovacao.pt
From: < sip:+351966123123@ims.ptinovacao.pt>;tag=14143
To: < sip:+351966666666@ims.ptinovacao.pt>
Call-ID: apb03a0s09dkjdfglkj49232
CSeq: 2 MESSAGE
Max-Forwards: 70
Allow: INVITE,ACK,CANCEL,BYE,MESSAGE,OPTIONS,NOTIFY,PRACK,UPDATE,REFER
User-Agent: IM-client/OMA1.0 Mercurio-Gold/V4.0.1487.0
Content-Type: application/vnd.3gpp.sms
Authorization: Digest username="filipe-a-leitao@ptinovacao.pt",realm="ims.ptinovacao.pt",nonce=""
P-Preferred-Identity: < sip:+351966123123@ims.ptinovacao.pt>
Allow-Events: presence, presence.wininfo
Content-Lenght: 74

0000000691330100000F320691330100000F11000B9133163254760000BB65F330BB4E07
```

Figura 3.6: SIP MESSAGE transportando uma Short Message.

3.3.2 Interoperabilidade Service-Level

Na secção 3.3.1 foi descrito como é possível que uma *Short Message* seja entregue no domínio IMS a um terminal que suporte o serviço SMS. No entanto, num cliente IMS em PC, por exemplo, a probabilidade de suportar SMS é baixa por não terem ligação a uma rede GSM.

Logo, numa situação em que é enviada uma *Short Message* a um cliente IMS que não suporte o SMS, o IP-SM-GW procede a interoperabilidade *Service-Level*.

Neste tipo de interoperabilidade procede-se à transformação da mensagem recebida num formato suportado pelo terminal destino. Portanto, à chegada de uma *Short Message*, esta vai ser convertida no serviço IM do terminal IMS destino, que será o OMA SIMPLE IM. Seguindo este conceito o IP-SM-GW terá de ser capaz de receber e interpretar a *Short Message* e enviar o seu conteúdo como texto no *payload* de uma SIP MESSAGE, como demonstra a figura 3.7.

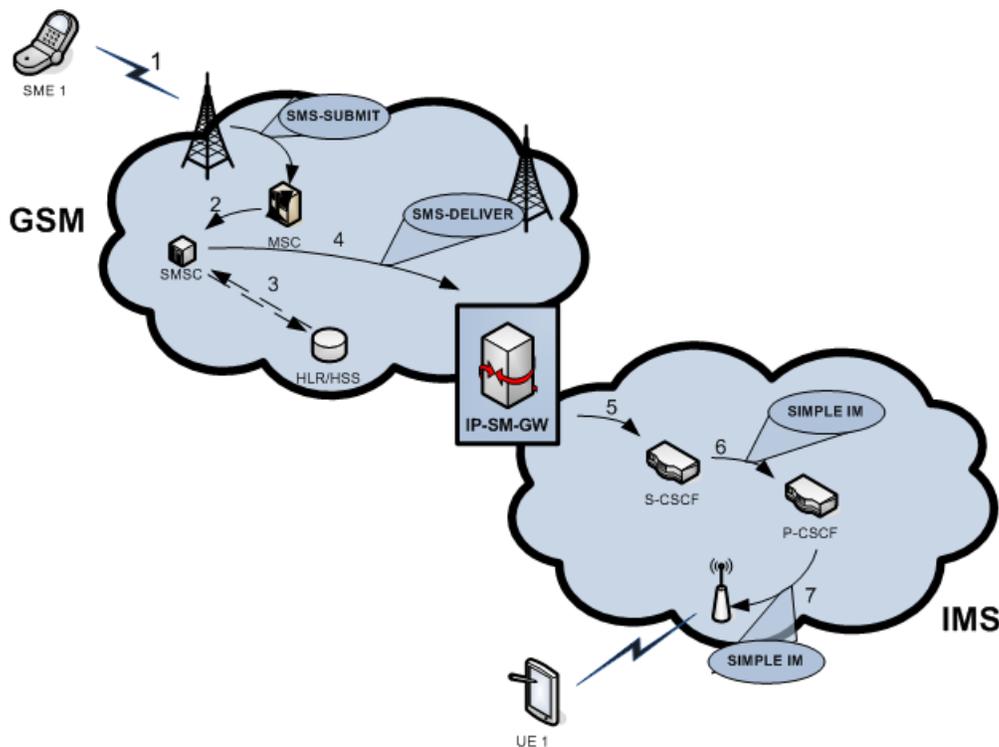


Figura 3.7: Submissão e entrega de uma mensagem com interoperabilidade *Service-Level*.

Na 3GPP TS 23.204 [55] são especificadas quais as funcionalidades que o IP-SM-GW deverá manter para fornecer este tipo de interoperabilidade. São elas:

- saber determinar quando é que se procede à transformação do formato da mensagem, e proceder a essa transformação se necessário;
- utilizar o endereço do SMSC na transformação de uma Instant Message para uma Short Message;

Indicação de Suporte ao Serviço

O domínio IMS, sabe se um utilizador suporta ou não este tipo de interoperabilidade a partir da sua indicação do suporte ao serviço IM. Como descrito na secção 2.4.5, a indicação de suporte ao serviço OMA SIMPLE IM é dado pelos seguintes parâmetros no cabeçalho SIP *Contact*:

+g.oma.sip-im
+g.oma.sip-im.large-message [62]

A presença de um destes parâmetros, indica que um terminal está apto para receber uma *Instant Message* SIMPLE, e dessa forma o IP-SM-GW pode registar essa informação para proceder posteriormente a este tipo de interoperabilidade.

Na figura 3.5, anteriormente mostrada, também é possível observar o suporte a este tipo de interoperabilidade. Na figura 3.8 essa referência é salientada.

```
REGISTER sip:ipsmgw.ims.ptinovacao.pt SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP sip:ims.ptinovacao.pt
From: < sip:scscf.ims.ptinovacao.pt>;tag=14142
To: < sip:filipe-a-leitao@ptinovacao.pt>
Call-ID: apb03a0s09dkjdfgkj49112
Max-Forwards: 70
Allow: INVITE,ACK,CANCEL,BYE,MESSAGE,OPTIONS,NOTIFY,PRACK,UPDATE,REFER
Contact: < sip:scscf.ims.ptinovacao.pt;transport=udp>;expires=600000;mobility="fixed";+g.3gpp.smsip;+g.oma.sip-im.large-message;
User-Agent: IM-client/OMA1.0 Mercurio-Gold/V4.0.1487.0
Authorization: Digest username="filipe-a-leitao@ptinovacao.pt",realm="ims.ptinovacao.pt",nonce="",uri="sip:ims.ptinovacao.pt"
P-Access-Network-Info:3GPP-UTRAN-TDD;utran-cell-id-3gpp=00000000
Supported: path
CSeq: 43 REGISTER
Content-Type: application/3gpp-ims+xml
Content-Length: (...)

<?xml version="1.0"?>
<ims-3gpp version="1">
<service-info> "MSISDN=12345678" </service-info>
</ims-3gpp>
```

Figura 3.8: SIP REGISTER com indicação de suporte ao OMA SIMPLE IM para mensagens *Large*.

Transporte da Mensagem

Neste tipo de interoperabilidade, o transporte da mensagem em IMS vai ser assegurado de acordo com os meios descritos na secção 2.4

3.3.3 Transport-Level vs Service-Level

Nesta secção aborda-se a situação do envio de uma mensagem de um terminal IMS a um terminal GSM que suporta SMS. A mensagem pode ser enviada a partir do terminal IMS de duas formas diferentes: por SMS; ou IM. São apresentados os fluxos de mensagens que representam ambos os casos. De seguida, demonstra-se como a mensagem pode seguir directamente para o terminal GSM sem ser encaminhada para o SMSC, como no serviço SMS tradicional. Finalmente, é descrita a interacção que pode ocorrer entre os dois tipos de interoperabilidade.

Submissão de uma mensagem por SMS

Caso se pretenda enviar uma mensagem de um terminal IMS com suporte SMS a outro (na rede GSM ou IMS), deparamo-nos com os procedimentos tradicionais [24] da submissão e entrega de uma SM por intermédio do SMSC.

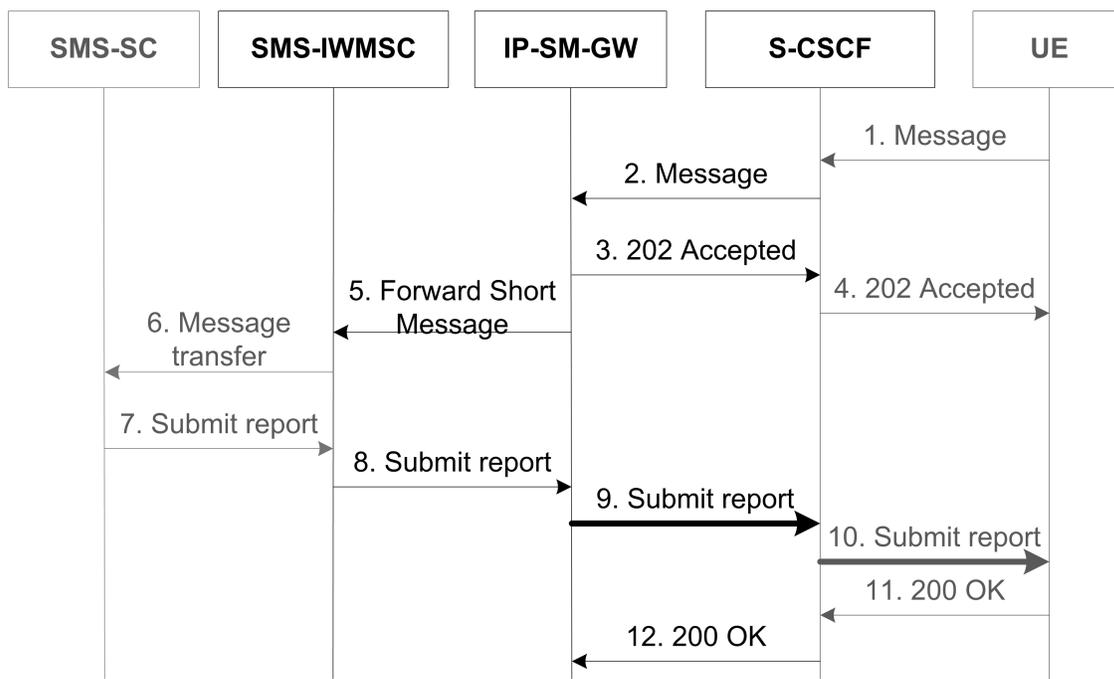


Figura 3.9: Submissão de uma mensagem por terminal SMS.

No domínio IMS o transporte da SM (SMS-SUBMIT) segue no *payload* da SIP MESSAGE até ao IP-SM-GW (passos 1 e 2 da figura 3.9). Neste último, o SMS-SUBMIT é encapsulado numa mensagem MAP, e prossegue a submissão ao SMSC (passos 5 e 6 da figura 3.9). A

sinalização envolvida neste processo terá também de ser suportada, sendo que a SM resultante da submissão (SMS-SUBMIT-REPORT) seguirá o processo inverso (passos 7 a 10 da figura 3.9).

Submissão de uma mensagem por IM

Com interoperabilidade Service-Level, existem duas maneiras de entregar uma mensagem a um terminal SMS: seguindo o procedimento do SMS, com a submissão da mensagem ao SMSC; ou com a entrega directa ao terminal.

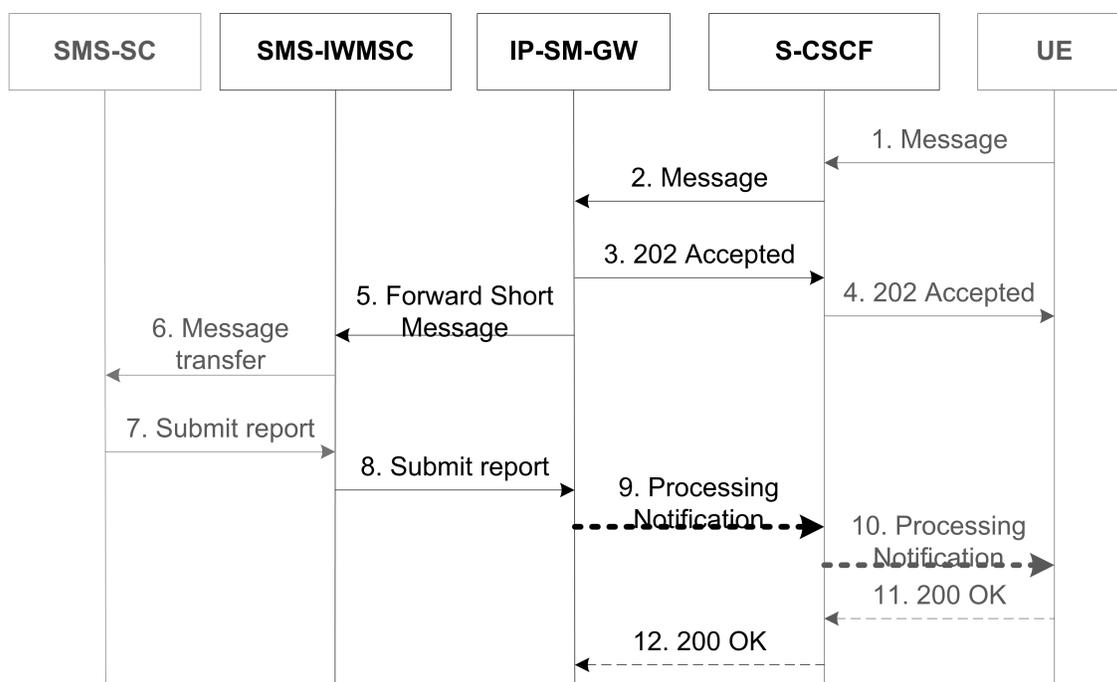


Figura 3.10: Submissão de uma mensagem por terminal OMA SIMPLE IM.

Contemplando o primeiro caso, o fluxo de mensagens do procedimento de submissão é praticamente igual ao descrito anteriormente (figura 3.9). A diferença está no conteúdo das mensagens que circulam no domínio IMS, nomeadamente do tipo SIP MESSAGE mas com texto (encapsulado em CPIM) no seu *payload* (passos 1 e 2 da figura 3.10).

A segunda diferença entre este procedimento e o descrito anteriormente, é o facto da notificação de processamento da mensagem (passos 9 a 10 da figura 3.10) não ser essencial, ao contrário do que acontece no SMS em que existe a notificação da submissão da mensagem. No caso de ser desejado pela aplicação/utilizador, a notificação é enviada por IMDN.

Entrega directa de uma mensagem por IM a um utilizador SMS

Nos casos descritos anteriormente o esquema de funcionamento seguido foi sempre o do SMS. No entanto, podemos efectuar o inverso, isto é, proceder à entrega directamente ao terminal SMS de uma *Instant Message* ponto-a-ponto. Poder-se-ia considerar neste caso, que seria o serviço IM a passar para o domínio GSM.

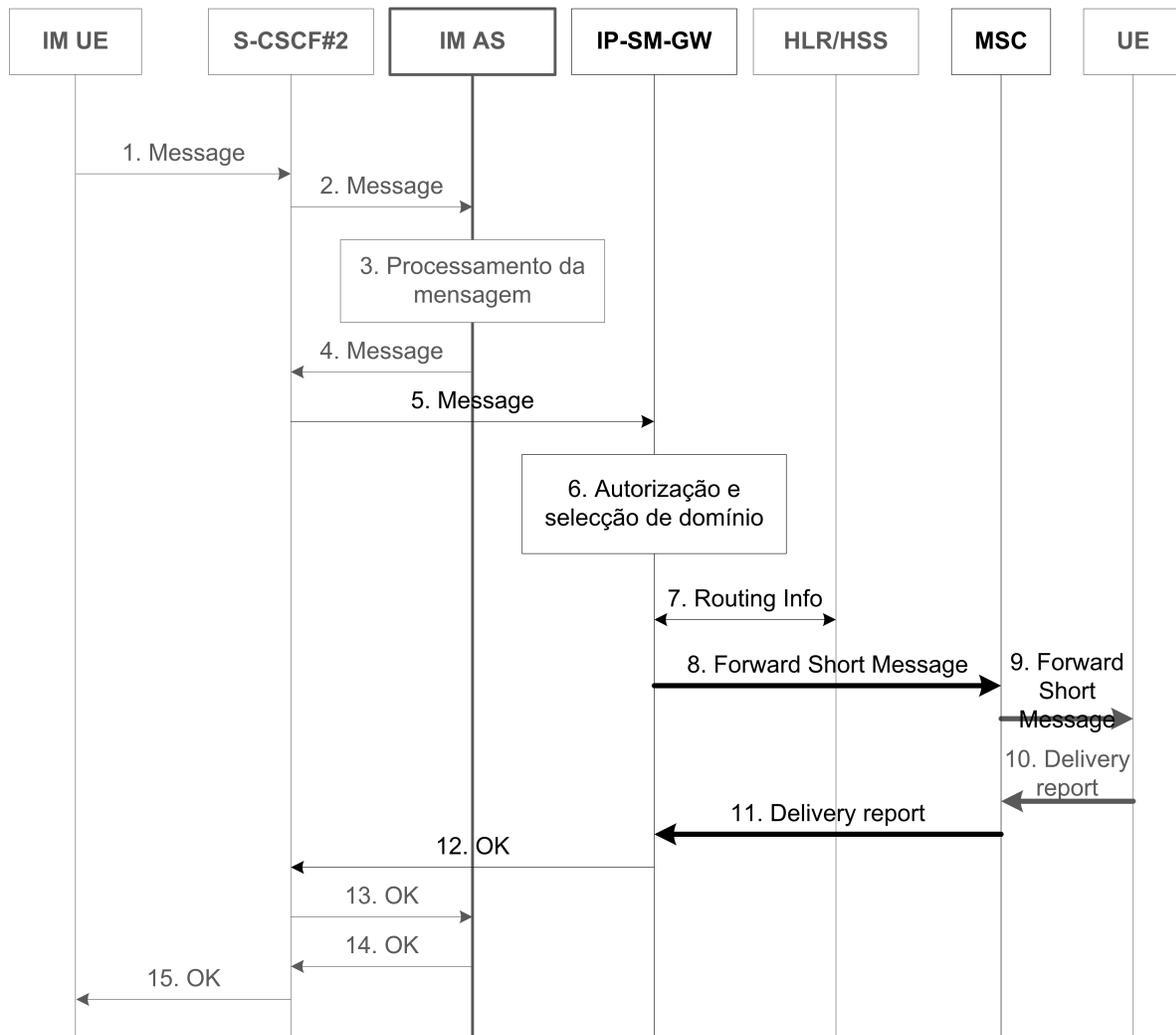


Figura 3.11: Entrega directa de uma *Instant Message* a um terminal SMS.

Neste caso, a IM recebida pelo IP-SM-GW é convertida numa SM, mas desta vez num SMS-DELIVER para ser enviado directamente ao utilizador (passos 8 e 9 da figura 3.11). Com a recepção do respectivo SMS-DELIVER-REPORT, o IP-SM-GW pode então retornar para o

terminal a confirmação de entrega da mensagem SIP (passos 10 a 15 da figura 3.11).

Na figura 3.11 há ainda um factor que diferencia este processo dos anteriores, que é a presença de um *Application Server* (AS) para *Instant Messaging*. Este exemplo demonstra assim que na presença de um AS para IM (e.g. um *enabler* OMA SIMPLE IM), poderia ser este a decidir, ao não resolver o endereço destino, que a mensagem teria de ser encaminhada para o IP-SM-GW.

Interoperabilidade dentro do domínio IMS

Apesar da função do IP-SM-GW ser a de permitir que dois serviços de mensagens em redes distintas (GSM e IMS) interajam entre si, a interoperabilidade pode ocorrer apenas no domínio IMS. Esta situação ocorre quando um terminal IMS possui apenas SMS. Embora seja uma situação rara, pode ocorrer em terminais legados que se encontrem ligados a uma rede IMS, por exemplo, por WiFi ou GPRS. Desta forma, uma *Short Message* é encaminhada para o IP-SM-GW mas este, ao verificar que o destinatário é IMS, procede à transformação da mensagem para uma *Instant Message* e entrega pelo mesmo domínio.

Independentemente do domínio de recepção ou entrega, espera-se que o IP-SM-GW tenha um funcionamento transparente e sistemático.

3.4 Sumário

Neste capítulo foi apresentada a solução para o problema da interoperabilidade entre os serviços de mensagens da rede GSM e IMS: o IP-SM-GW. Foi descrito como é que esta entidade se insere em ambos os domínios e as interações com os elementos chave de cada arquitectura. Foram ainda apresentados os tipos de interoperabilidade que o IP-SM-GW suporta e as suas principais diferenças.

No final deste capítulo espera-se que o leitor seja capaz de compreender como pode conceber uma solução para o problema da interoperabilidade que esteja de acordo com as normas recomendadas.

Capítulo 4

Desenho da Solução

Na concepção do IP-SM-GW, o principal destaque vai para o número de protocolos de rede que esta entidade terá que interpretar, já que interliga dois domínios completamente distintos.

O desafio proposto pelo tema desta dissertação, está em suportar toda a sinalização envolvida em processos que eram até aqui restritos ao domínio GSM. Após o estudo desses processos entre as entidades presentes nos serviços de mensagens que se pretendem interoperar, é possível prever e apresentar soluções para o problema. A norma 3GPP TS 23.204 [55] é uma boa referência para o estudo que antecede o desenho do IP-SM-GW, no entanto é, em muitos aspectos, vaga e com lacunas. Nesse sentido, as normas 3GPP TS 29.331 [62] e 24.341 [61] surgem como auxiliares nesse estudo, ao detalharem os processos de interoperabilidade. Algo que não está presente nas normas e exigiu um estudo separado é a composição das mensagens que circulam entre as diferentes entidades envolvidas nos processos. Para tal, foram estudados vários RFCs e outras normas 3GPP que revelam esses detalhes.

O resultado desse estudo está presente neste capítulo juntamente com o desenho da solução, e descrição das funcionalidades das entidades do IP-SM-GW.

Inicialmente são estudadas as interfaces do IP-SM-GW e detalhadas as mensagens que nelas circulam. A seguir, apresenta-se a informação que o sistema deve manter para o seu funcionamento com o modelo de dados a seguir. Finalmente, é abordado o desenho do funcionamento interno do sistema e a sua interacção com os módulos referidos anteriores.

4.1 Especificação de Interfaces

Como foi indicado na introdução deste capítulo, o cerne desta dissertação está na especificação das mensagens a circular nas interfaces do IP-SM-GW. Por sua vez, a especificação dessas interfaces não se encontra explícita nas normas associadas ao IP-SM-GW [55, 62, 61], sendo que obriga à consulta exaustiva dos RFCs associados, o que traz alguns problemas pois a maioria das mensagens definidas para circular nas interfaces não contemplam situações explícitas que advém do funcionamento do IP-SM-GW.

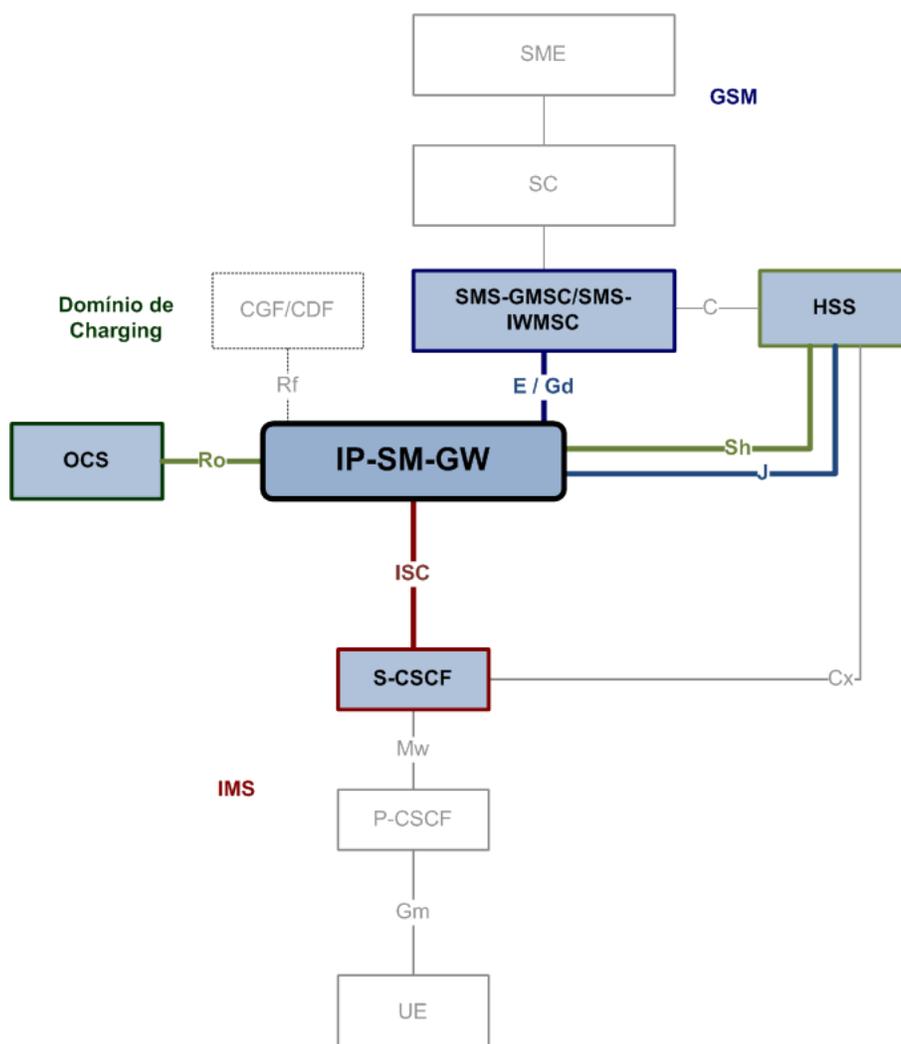


Figura 4.1: Interfaces diretamente ligadas ao IP-SM-GW.

A complexidade da especificação das interfaces, prende-se com os diferentes protocolos que

o IP-SM-GW terá que suportar. Na figura 4.1 é possível observar que o IP-SM-GW terá que suportar MAP (interfaces E/Gd e J), SIP (interface ISC) e Diameter (interfaces Sh e Ro). A interface Rf não será contemplada nesta dissertação, já que a especificação desta interface para o SMS ainda não se encontra contemplada pelo 3GPP, mais exactamente pela norma TS 32.274 [59]. No entanto espera-se que a questão de *Offline Charging* para SMS seja abordado pelo 3GPP em breve.

De modo a separar a lógica de funcionamento do sistema por diferentes módulos, de acordo com as suas funcionalidades, foi decidido o desenvolvimento de *gateways* protocolares para cada interface como demonstra a figura 4.2. Desta forma, abstrai-se a complexidade da lógica de funcionamento do IP-SM-GW para o módulo principal. Assim, os *gateways* protocolares apenas tem a preocupação de lidar com cada protocolo específico, passando para o IP-SM-GW apenas a informação necessária.

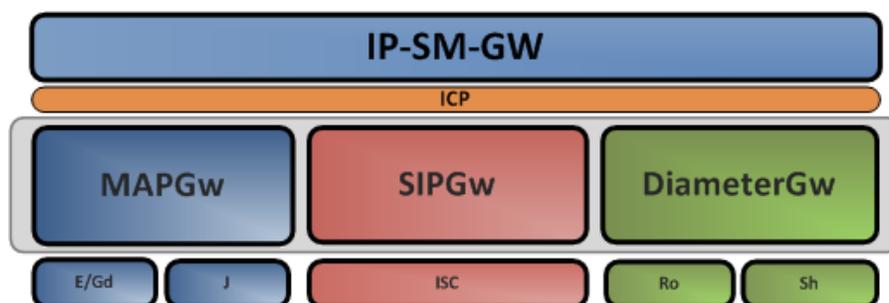


Figura 4.2: Gateways protocolares do IP-SM-GW.

A separação dos *gateways* protocolares do núcleo central do IP-SM-GW facilita sobretudo a distribuição de tarefas a nível de desenvolvimento. Utilizando um mesmo protocolo interno para a comunicação entre o núcleo onde está a lógica do sistema e os *gateways* protocolares, este pode ser desenvolvido independentemente dos protocolos utilizados pelo IP-SM-GW. O mesmo se passa com os próprios *gateways*. Definindo qual a informação que deve ser passada para o IP-SM-GW de modo a garantir o funcionamento de acordo com as normas 3GPP, os *gateways* podem ser desenvolvidos de forma individual e em paralelo.

Na figura 4.2 são apresentados os três *gateways* protocolares (MAPGw, SIPGw e DiameterGw) e, entre estes e o núcleo do IP-SM-GW, é possível observar o ICP (*Internal Control Protocol* - protocolo interno da PT Inovação). Este é o único protocolo de comunicação do núcleo do IP-SM-GW. O ICP irá transportar apenas a informação que o IP-SM-GW necessita para o seu funcionamento e, como é um protocolo interno, é flexível o suficiente para que a informação a

circular seja de acordo com as necessidades que quem está a desenvolver o sistema.

Nas secções seguintes descreve-se o suporte que os *gateways* protocolares dão às interfaces do IP-SM-GW, começando pelo MAPGw, depois passando para o SIPGw, o DiameterGw e finalmente terminando com uma breve abordagem sobre a construção das mensagens ICP.

4.1.1 MAPGw

O MAPGw vai ser o responsável por permitir a conectividade do IP-SM-GW com o HLR/HSS e com o SMS-C. Para tal este *gateway* vai traduzir as mensagens MAP que chegam a partir das interfaces J e E/Gd em mensagens ICP.

Neste *gateway* vão circular as *Short Messages* e a sinalização relacionada com a respectiva submissão ao SMS-C, bem como a sinalização presente no processo de entrega da mensagem directamente a um terminal GSM. O MAPGw vai dar suporte aos processos SMMO e SMMT. A interface que interliga o IP-SM-GW e as interfaces do SMS-C (SMS-GMSC e SMS-IWMSC) é a E/Gd.

Este *gateway* vai ser ainda responsável por lidar com o contacto com o HLR/HSS a partir da interface J. Este contacto servirá para dar suporte ao processo do registo do terminal no domínio, registando as suas capacidades e obtendo informações de *routing*.

Os procedimentos que este *gateway* suporta, são apresentados em anexo no Apêndice B.1.

4.1.2 SIPGw

O SIPGw vai ser o *gateway* protocolar responsável por traduzir mensagens SIP em mensagens ICP e vice-versa. Este *gateway* facilita a integração da interface ISC no IP-SM-GW.

Neste *gateway* circulam as mensagens SIP que transportarão IMs e/ou SMs e a sinalização envolvente. Há dois tipos de interoperabilidade que o IP-SM-GW vai suportar, e que implicam diferentes conteúdos para o mesmo tipo de mensagem SIP: interoperabilidade *Transport-Level* e interoperabilidade *Service-Level*.

Os procedimentos que este *gateway* suporta, são apresentados em anexo no Apêndice B.2.

4.1.3 DiameterGw

O DiameterGw vai ser o gateway responsável por traduzir mensagens Diameter em mensagens ICP e vice-versa.

Este gateway é responsável pela comunicação com as entidades de *online charging* (OCS) e de registo de dados dos utilizadores (HSS). Cada uma destas entidades tem um grupo de mensagens específico, passíveis de circular nas interfaces Ro e Sh.

A circular na Interface **Ro** há dois tipos de mensagens, parametrizáveis, definidas pelo 3GPP: *Debit Units Request* e *Debit Unit Response*. O mapeamento da definição destas mensagens 3GPP em mensagens Diameter pode ser visto na 3GPP TS 29.299 [41]. Estas mensagens circulam entre a CTF do IP-SM-GW e o OCS. A tabela 4.1 indica o mapeamento das mensagens para Diameter e ainda o sentido da mensagem.

Tabela 4.1: Mapeamento das mensagens 3GPP para Ro em correspondentes mensagens Diameter.

Parâmetros 3GPP	Diameter	Origem	Destino
Debits Units Request	Credit-Control-Request (CCR)	CTF (IP-SM-GW)	OCS
Debits Units Response	Credit-Control-Answer (CCA)	OCS	CTF (IP-SM-GW)

Como especificado anteriormente na secção 3.2.4, há dois tipos de procedimentos que podem utilizar as mensagens descritas na tabela 4.1: *Immediate Event Charging*; e *Event Charging with Unit Reservation*.

Já para a interface **Sh** existem quatro procedimentos:

- Leitura de dados (Sh-Pull);
- Actualização de dados (Sh-Update);
- Subscrição de notificações (Sh-Subs-Notif);
- Notificações (Sh-Notif).

O mapeamento destes procedimentos em mensagens Diameter está presente na tabela 4.2.

Tabela 4.2: Mapeamento das mensagens 3GPP em correspondentes Diameter a circular em Sh.

Parâmetros 3GPP	Diameter	Origem	Destino
Sh-Pull	User-Data-Request (UDR)	IP-SM-GW	HSS
Sh-Pull Resp	User-Data-Answer (UDA)	HSS	IP-SM-GW
Sh-Update	Profile-Update-Request (PUR)	IP-SM-GW	HSS
Sh-Update Resp	Profile-Update-Answer (PUA)	HSS	IP-SM-GW
Sh-Subs-Notif	Subscribe-Notifications-Request (SNR)	IP-SM-GW	HSS
Sh-Subs-Notif Resp	Subscribe-Notifications-Answer (SNA)	HSS	IP-SM-GW
Sh-Notif	Push-Notification-Request (PNR)	IP-SM-GW	HSS
Sh-Notif Resp	Push-Notification-Answer (PNA)	HSS	IP-SM-GW

Para o caso particular do SMS, está apenas normalizada a comunicação do IP-SM-GW com o OCS [59]. Por essa razão, nesta dissertação, contemplaram-se apenas os procedimentos suportados pela interface Ro.

Os procedimentos que este *gateway* suporta, são apresentados em anexo no Apêndice B.3.

4.2 ICP

Muita da informação que é recebida a partir das mensagens protocolares das entidades directamente ligadas ao IP-SM-GW não é necessária para ser processada pelo sistema. Por essa razão, a comunicação entre os *gateways* e o núcleo central do IP-SM-GW é feita a partir dum protocolo interno que passa apenas a informação necessária para o processamento/encaminhamento de uma mensagem.

As vantagens da utilização de um protocolo interno ao sistema já foram mencionadas anteriormente. Nesta dissertação foram apenas contempladas as mensagens para a comunicação entre o núcleo central e os *gateways* MAPGw e SIPGw, já que foram criadas tendo em vista a sua aplicação no demonstrador apresentado no Capítulo 5, e neste protótipo não esteve presente o OCS.

A descrição das mensagens é apresentada em anexo no Apêndice C.

4.3 Modelo de Datos

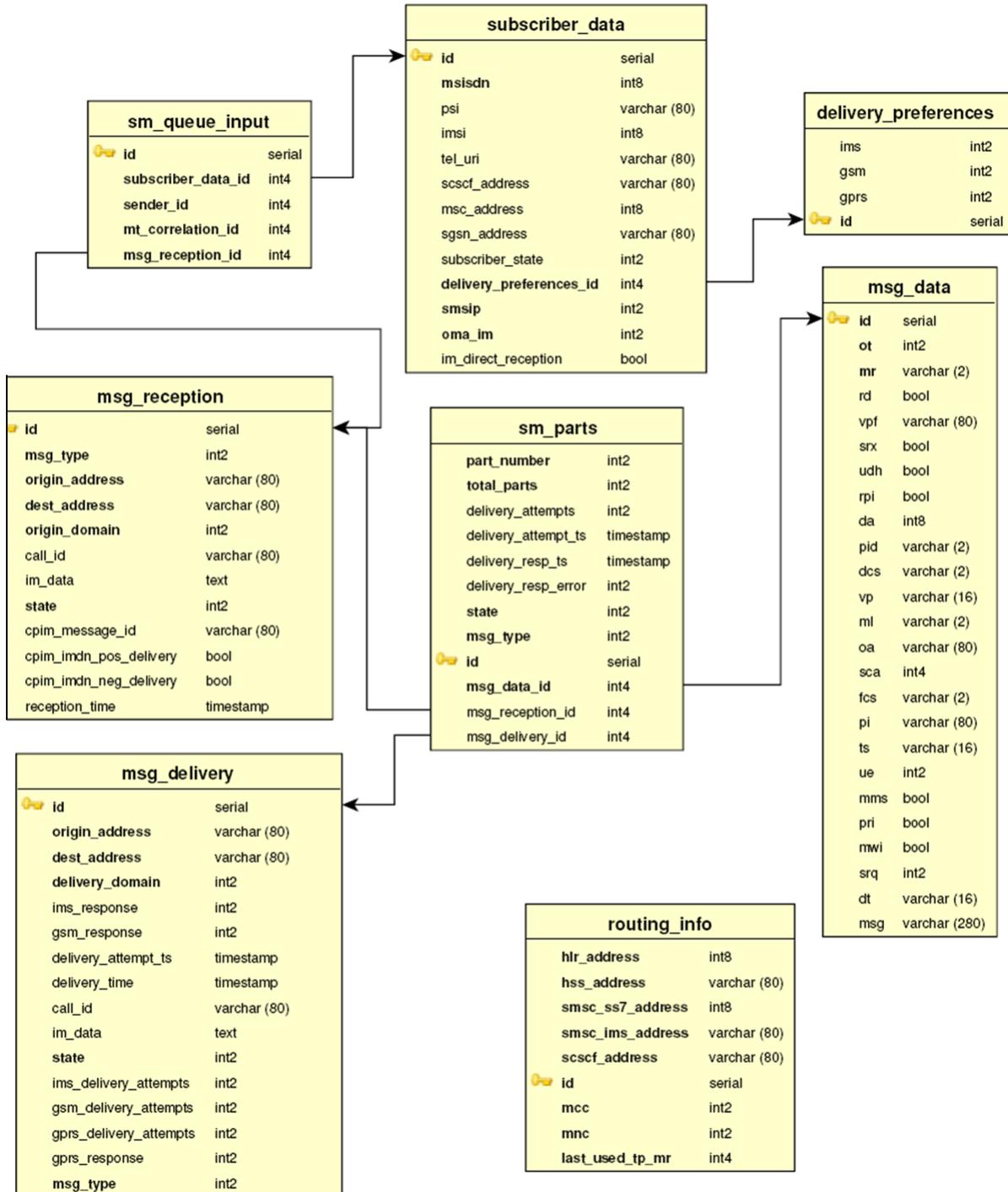


Figura 4.3: Modelo de dados do IP-SM-GW.

A figura 4.3 representa o esquema do Modelo de Dados utilizado pelo IP-SM-GW. Este modelo de dados regista a organização da base de dados do IP-SM-GW e a informação que terá de manter para o seu funcionamento. Este modelo foi desenhado para suportar todos os procedimentos descritos nas normas estudadas [55, 61, 62]. São criadas tabelas para manter a informação dos subscritores que suportam este serviço, resolver questões de *routing* e para lidar com a recepção e entrega de mensagens. É importante manter as mensagens de modo a suportar cenários em que estas não são entregues e é necessário o seu reenvio (e.g. por outro domínio).

Seguidamente é descrita a função de cada tabela apresentada na figura 4.3, e o tipo de informação que irá manter:

subscriber_data

Nesta tabela estará armazenada informação dos subscritores a serviços de mensagens em IMS. Será preenchida no momento do seu registo e vai manter informação vital como os seus endereços (MSISDN, PSI, IMSI, etc), preferências de entrega, os serviços de mensagens que suporta (OMA-SIMPLE-IM e/ou SMS), e informação para *routing* como S-CSCF do utilizador.

routing_info

Esta tabela vai manter informação, à partida, constante como o endereço do HLR/HSS (por GSM ou IMS), do SMSC e do S-CSCF que serve o IP-SM-GW.

delivery_preferences

Esta é uma pequena tabela associada à tabela **subscriber_data**, onde estarão as preferências de entrega para um determinado utilizador.

sm_queue_input

Esta tabela serve como forma de associar a tabela **msg_reception** à tabela **subscriber_data**. Para além disso, vai ainda guardar informação temporária criada para a entrega de uma *Short Message* em IMS como o *MT Correlation Id* [24].

msg_reception

Nesta tabela vai estar a informação relacionada com uma mensagem recebida (IM ou SM), para além da própria mensagem. Para tal vai guardar a hora de recepção da mensagem, os endereços de origem e entrega, entre outro tipo de informação de relevo para o seguimento da mensagem recebida.

msg_delivery

Esta tabela é semelhante à anteriormente descrita, mas é para mensagens a enviar. O tipo de informação é semelhante, no entanto, há acréscimos como o número de tentativas de entrega.

sm_parts

Esta tabela é específica para o serviço SMS. Como uma *Short Message* pode estar dividida em várias partes, foi necessário criar esta tabela para guardar a informação de cada parte. Esta tabela pode ser vista como um encapsulamento da tabela *msg_data* com informação essencial para a reunião de todas as partes e respectiva interpretação da mensagem como um todo.

msg_data

Finalmente, a tabela **msg_data** reúne e guarda todos os parâmetros de uma *Short Message* serão guardados. Está assim implicitamente associada à tabela **sm_parts**.

4.4 Procedimentos

O IP-SM-GW vai tomar algumas decisões de acordo com o tipo de mensagem recebida. As decisões a tomar passam por determinar qual o tipo de interoperabilidade a executar. Para tal, o IP-SM-GW vai ter em conta o tipo de mensagem recebida, as políticas do operador e as preferências dos subscritores.

Nesta secção apresenta-se, de forma esquemática e muito sucinta, a lógica de funcionamento do sistema quando recebe uma *Short Message* ou uma *SIP MESSAGE*.

4.4.1 Recepção de uma Short Message do Domínio GSM

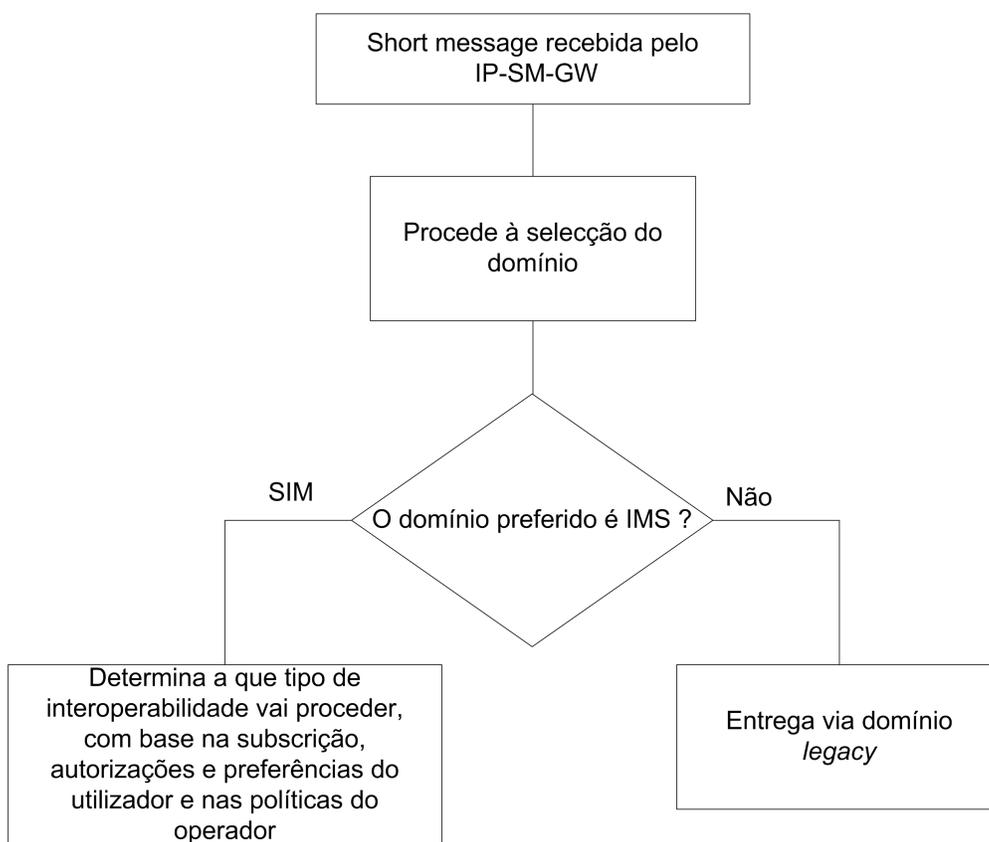


Figura 4.4: Lógica após recepção de uma Short Message.

4.4.2 Recepção de uma SIP MESSAGE do Domínio IMS

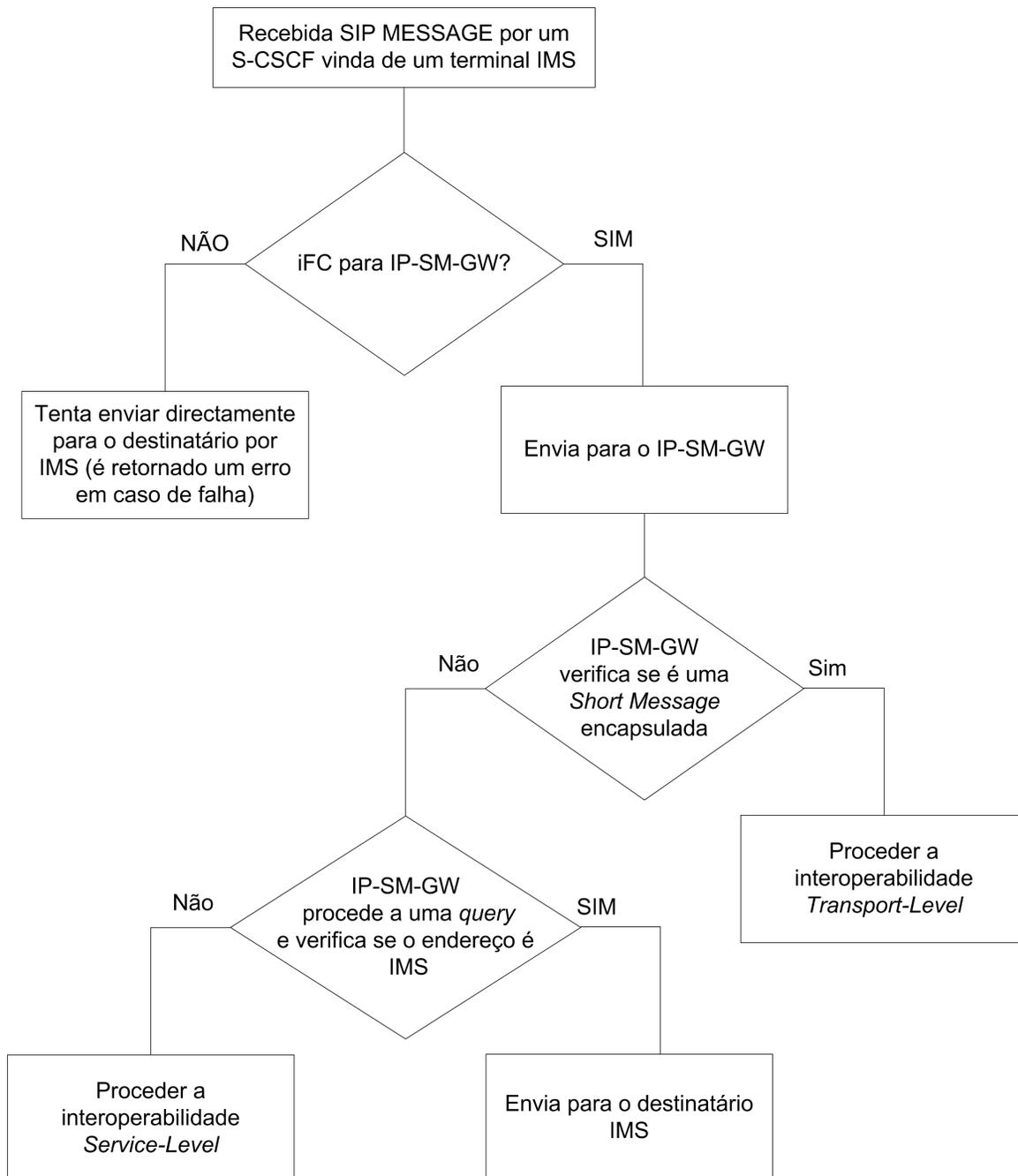


Figura 4.5: Lógica após recepção de uma SIP MESSAGE.

4.5 Sumário

Neste capítulo foi concebida uma solução de acordo com a descrição presente no capítulo 3. Foi descrito como o sistema pode ser dividido em diferentes módulos, de acordo com a sua funcionalidade, e quais as mensagens protocolares que estes deverão suportar para estarem de acordo com a sinalização dos domínios GSM e IMS. Ainda nesse contexto, foi proposto um modelo de dados para dar suporte a todos os procedimentos esperados pelo sistema.

Ao propor um desenho para a solução espera-se que os conceitos apresentados até ao presente capítulo tenham sido clarificados ao leitor.

Capítulo 5

Desenvolvimento e Testes

Cumpridos os principais objectivos desta dissertação, de estudo à volta da problemática da interoperabilidade entre os domínios GSM e IMS e proposta de uma solução para a mesma, passa-se à sua validação.

Dada a *deadline* deste projecto de dissertação, foi decidido desenvolver um demonstrador para dois procedimentos base: o envio de uma *Short Message* a um terminal IMS como *Instant Message*; e o envio de uma *Instant Message* a um terminal GSM como *Short Message*.

Por motivos de limitação de tempo e logística, não foi possível validar o demonstrador numa implementação real numa rede IMS. Para ultrapassar essa limitação, foi criado um cenário de testes semelhante, mas simplificado, com uma rede SIP/IP.

5.1 Desenvolvimento do Demonstrador

Para ambiente de testes, simularam-se dois procedimentos que podem vir a ser situações de utilização real: a submissão de uma *Instant Message* de um terminal IP a um SMSC para posterior entrega a um terminal GSM; e a entrega de uma mensagem de propaganda comercial, partindo de uma aplicação para um SMSC, posteriormente entregue ao terminal IP. Ambos os cenários foram desenvolvidos com auxílio a sistemas desenvolvidos pela empresa como a *Message Store* e o *SMS Router*, ambas entidades da arquitectura XAF (eXtensible Architecture Framework) da PT Inovação. A figura 5.1 esquematiza a arquitectura criada para testes.

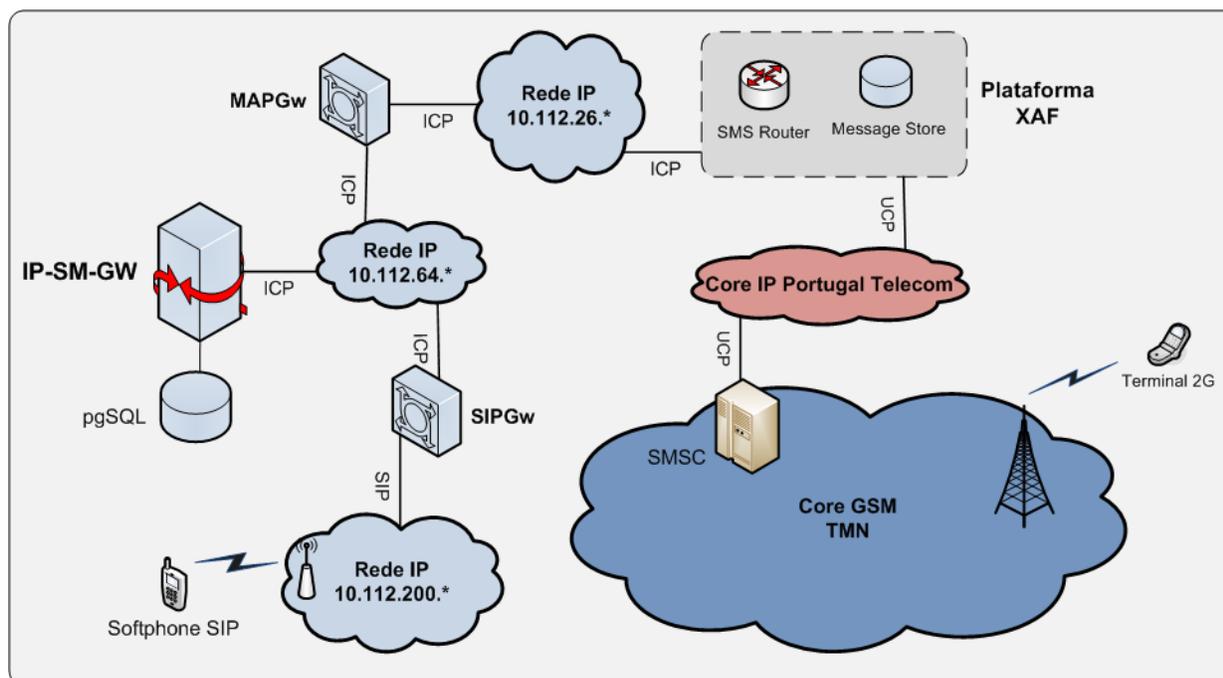


Figura 5.1: Arquitectura desenvolvida para testes.

5.1.1 Entidades da Arquitectura

No cenário apresentado na figura 5.1 estão presentes várias entidades. Essas entidades vão ser apresentadas seguidamente, passando pela descrição de funcionalidades e incluindo algumas referências sobre o seu desenvolvimento, quando caso disso.

IP-SM-GW

A entidade representada na figura 5.1 como IP-SM-GW é o núcleo central do sistema. Esta é uma aplicação desenvolvida em JAVA 1.6 [65], e segue o planeado na secção 4.4.

Apesar de ter sido desenvolvido desde início para o funcionamento em pleno de acordo com o estudo efectuado ao longo desta dissertação, para o ambiente de testes este módulo apenas se encontra totalmente operacional para os cenários previamente descritos:

- recepção uma mensagem ICP SM-Deliver;
- construção e envio de uma mensagem ICP SM-Submit;

- recepção de uma mensagem ICP OMA-IM-Originated (sem parâmetros CPIM);
- construção e envio de uma mensagem ICP OMA-IM-Terminated.

O IP-SM-GW vai estar ligado a uma base de dados, desenvolvida em PostgreSQL [66], de acordo com o modelo de dados apresentado na secção 4.3.

Para a ligação com os *gateways* (MAPGw e SIPGw), o IP-SM-GW vai manter dois *sockets* activos para envio e recepção das mensagens ICP descritas.

MAPGw

O MAPGw foi desenvolvido em JAVA 1.6 e é responsável pela comunicação entre os elementos da arquitectura XAF (comunicação com a rede legada) e o IP-SM-GW. Para tal vai manter *sockets* à escuta para comunicações com o IP-SM-GW, a *Message Store*, o *SMS Router*, e a ainda para testes de desenvolvimento (injecção directa de mensagens no MAPGw).

Este *gateway* suporta a recepção de mensagens ICP vindas da plataforma XAF e, de acordo com o seu formato, está preparado para construir e enviar mensagens do tipo ICP SM-Deliver para o IP-SM-GW. Vai ainda receber mensagens do tipo ICP SM-Submit do IP-SM-GW, e encaminha-las para o *SMS Router*, adicionando parâmetros à mensagem se necessário de acordo com o procedimento.

SIPGw

O SIPGw é, em termos de concepção, muito semelhante ao MAPGw. Também desenvolvido em JAVA 1.6, vai manter duas ligações activas por *socket*: uma para o IP-SM-GW; e outra para terminais IP. Em relação ao IP-SM-GW, vai estar preparado para a recepção de mensagens ICP do tipo OMA-IM-Terminated e para a construção e envio de mensagens ICP do tipo OMA-IM-Originated.

A particularidade do SIPGw está no seu contacto com a rede IP. Este *gateway* vai manter um *socket* à escuta de ligações de terminais IP para a recepção de mensagens SIP. Para tal, o SIPGw possui uma pilha SIP para JAVA: JAIN-SIP [67]. Desta forma, o *gateway* pode receber SIP MESSAGEs e responder com o respectivo SIP 202 *Accepted*.

Softphone SIP

Para testar o sistema, foi desenvolvido um Softphone muito simples em JAVA, apenas para enviar e receber mensagens SIP. Este terminal foi desenvolvido também recorrendo à *stack* JAIN-SIP [67].

Este terminal é bastante básico e está preparado apenas para efectuar o envio de uma SIP MESSAGE, passando-lhe o texto e o número destino. Esse número vai ser convertido num TEL_URI na construção da SIP MESSAGE, e enviado para o SIPGw.

Para receber mensagens o processo é o mesmo. O terminal tem uma ligação à escuta por mensagens SIP. Após a recepção de uma SIP MESSAGE a aplicação apresenta o seu *payload* (texto) no visor do terminal, e responde com um *200 Ok*.

Como o objectivo do desenvolvimento desta aplicação era a sua inserção num ambiente de testes controlado, não foram contemplados todos os parâmetros SIP para uma rede IMS. Como poderá ser observado na secção 5.2, não foi necessário contemplar todos os parâmetros das mensagens SIP, bem como os *private headers* IMS.

XAF

No desenvolvimento do demonstrador, o MAPGw não está directamente ligado ao domínio GSM. Em vez disso, está ligado por intermédio de alguns elementos da arquitectura XAF.

O XAF é a arquitectura de referência das plataformas da PT Inovação para *messaging*. Esta arquitectura tem como principal objectivo o suporte de funcionalidades comuns a várias plataformas da PT Inovação como gestão de logs (ConfigManager), de eventos (EventManager), de identificadores únicos (MidServer), de gestão de configurações, entre outros dos quais se destacam o Router e a MessageStore.

A MessageStore é uma entidade responsável pelo armazenamento de *Short Messages*, para posterior encaminhamento para o SMSC de acordo com o seu destino. É utilizada sobretudo em sistemas onde estejam configuradas *Large Accounts* (serviços com numeração reservada) de modo a armazenar a *Short Message* de acordo com o contexto. Estes conceitos estão muitas vezes associados a plataformas comerciais ou institucionais para *broadcast* de mensagens, ou oferta de conteúdos multimédia para terminais. No contexto do demonstrador desenvolvido, a MessageStore surge com duas funcionalidades diferentes: simular a entrega de uma *Short Message* com fins comerciais a um terminal IP; receber uma mensagem originalmente enviada

como *Instant Message* de um terminal IP e submetê-la a um SMSC para posterior entrega.

O papel do Router neste cenário de testes, é seleccionar a MessageStore a utilizar, para armazenar uma mensagem que acabou de chegar, a partir do endereço de destino.

5.2 Testes e Resultados

Como já foi indicado, para o teste do demonstrador estipularam-se dois cenários possíveis:

- envio de uma *Instant Message* de um terminal SIP para um terminal GSM;
- envio de uma *Short Message* de propaganda comercial para um terminal SIP.

5.2.1 Envio de uma Instant Message a um terminal SMS

Na figura 5.2, está representado o fluxo com os processos que advém deste cenário. Não foram contempladas todas as mensagens de sinalização, nomeadamente o tratamento dos *reports* enviados de parte a parte após a recepção das mensagens.

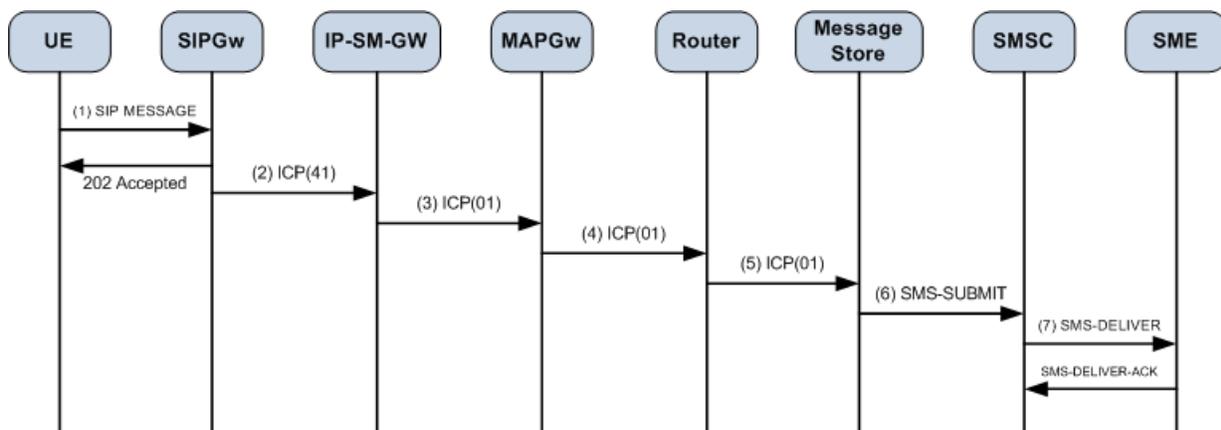


Figura 5.2: Envio de uma Instant Message a um terminal SMS.

De seguida descrevem-se os passos principais do fluxo apresentado na figura 5.2.

1. Uma SIP MESSAGE é submetida ao IP-SM-GW a partir de um terminal SIP:

É enviada uma mensagem com o texto "Mensagem Teste - IMS para GSM", para o terminal '351966000001'. Este passo é demonstrado na figura 5.3.

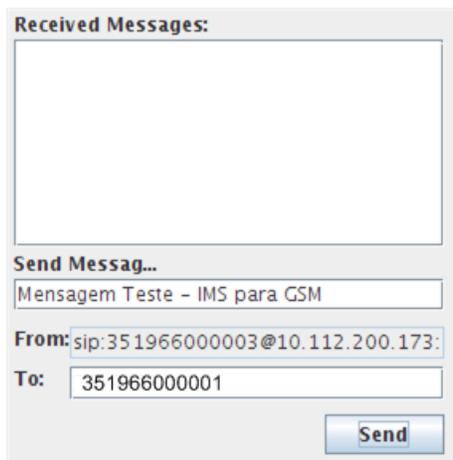


Figura 5.3: Envio de uma mensagem texto para o '351966000001'.

O SIPGw vai acusar a recepção da mensagem, apresentando nos logs a mesma:

```
SIPGw <IPSMGWReader>: Connected to 10.112.64.223
Log <MessageProcessor>: Ligado a 10.112.64.223
SIP MESSAGE Recebida:
MESSAGE sip:351966000001@10.112.64.4:5060;transport=udp SIP/2.0
Call-ID: c4e92262ab1376fc33ee328e5e682e1b@10.112.200.173
CSeq: 1 MESSAGE
From: "351966000003" <sip:351966000003@10.112.200.173:5061>;tag=textclientv1.0
To: "351966000001" <sip:351966000001@10.112.64.4:5060>
Via: SIP/2.0/UDP 10.112.200.173:5061;branch=branch1
Max-Forwards: 70
Contact: "351966000003" <sip:351966000003@10.112.200.173:5061>
Content-Type: text/plain
Content-Length: 29

Mensagem Teste - IMS para GSM
```

2. É construída uma mensagem ICP (tipo 41) a partir da SIP MESSAGE recebida e submetida ao IP-SM-GW que acusa nos logs a recepção da mensagem:

```
INFO: ICP message received: 'oa=351966000003,da=351966000001,mr=c4e92262ab1376fc33ee328e5e682e1b@10.112.200.173,ot=41,#msg=Mensagem+Teste+-+IMS+para+GSM'
INFO <MessageReception.im_Received>: OMA-IM received!
INFO <MessageReception.im_Received>: OMA-IM registered!
```

3. O IP-SM-GW regista a mensagem e constrói outra do tipo 01 que envia ao MAPGw. O MAPGw acusa a recepção da mensagem nos logs:

```
MAPGw <IPSMGWReader>: Message received - ts=20090923172733,vpf=3,msg=CDB27B1E3E97DB206A794
E2F835AA064730A8287E561D071DA04,ot=01,ose=sipgw,smsc=351961111111,udh=0,dcs=00,pid=00,oe=i
p-sm-gw,rd=1,mr=42,oa=351966000003,vp=20090924172733,ml=1D,dat=91,srx=0,mid=20090923172733
:351966000001,oat=91,rpi=0,da=351966000001
```

4. O MAPGw logo após a recepção da mensagem ICP "01"vai encaminha-la para o Router.
5. De acordo com as suas definições, o Router decide a qual MessageStore vai enviar a mensagem.
6. A MessageStore submete a mensagem ao SMSC.
7. Finalmente o SMSC procede à entrega da mensagem ao destinatário.

É possível observar na figura 5.4 a mensagem recebida e o originador da mensagem '351966000003', prova de que a mensagem é interpretada pelos intervenientes da arquitectura GSM.



Figura 5.4: Recepção da mensagem enviada pelo utilizador SIP '351966000003'.

5.2.2 Envio de uma Short Message a um terminal SIP

Na figura 5.5, está representado o fluxo com os processos que advém deste cenário. Não foram contempladas todas as mensagens de sinalização.

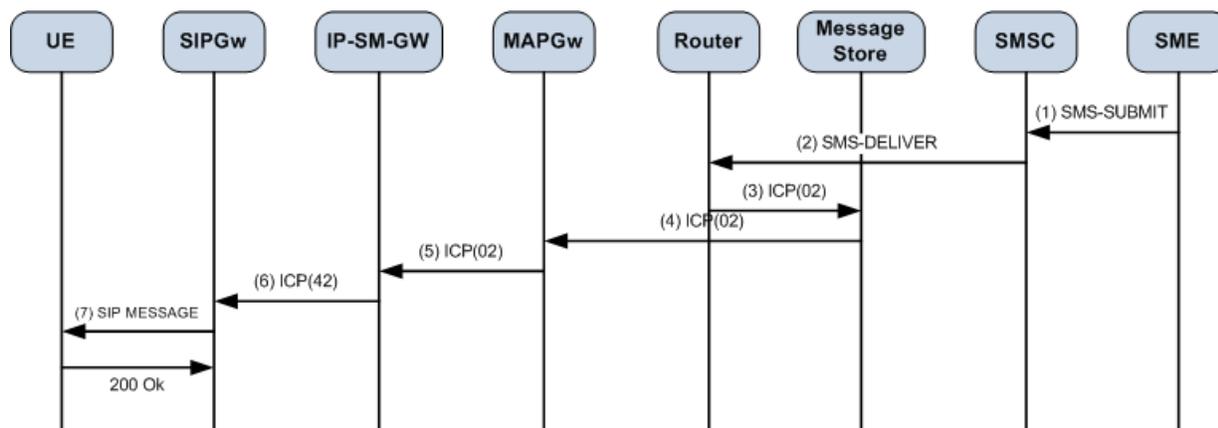


Figura 5.5: Envio de uma Short Message a um terminal SIP.

De seguida descrevem-se os passos principais do fluxo apresentado na figura 5.5.

1. Inicialmente submete-se uma *Short Message* ao SMSC endereçada a uma *Large Account*.
2. O SMSC efectua a submissão da mensagem ao Router.
3. O Router identifica a Message Store destinatária da mensagem e encaminha a mesma.
4. O MAPGw que se encontra ligado à Message Store efectua pedidos periódicos de modo a retornar novas mensagens quando as houver.

Nesse caso os logs do MAPGw acusam a recepção de uma nova mensagem (ICP "02"):

```

MAPGw <DefaultReader>: Message received - mid=2009092218000100813:-----,bse=-----,
try=0,srx=1,ms=-----,mr=96,bcastid---317,oat=D0,sch=default,ml=9B,vp=2009092318003900,da
=351966000002,seqt=1,mwi=0,seqn=1,mdt=-----,dat=91,-----,ose=-----,ot=02,-----
--,mms=0,sts=2009092218003900,oe=-----,pid=00,vpf=3,rd=0,oa=MEO,msg=CD6215D42C3E75
A0E1DB8D2E8FC3A037C8FDB6BF41F3B2DC9E1EBF414769D01A1C069F2069B1F9A40641F17A19C4469741F0B2BC9D
A69741E173D94D0ECB41E139E82C0FDBC3E377790E728741F37A18D42CBF856F3C280C8287E5F4B41C447E83A043
D0BB0E22BF41D432BDC7EDBCB6C17681A4E8BC3A076383D0795DBA0FBFDEE6A97DF2E381D,conf=0,nt=3,dcs=0
0,-----,err=0000,ts=2009092218000100,-----
    
```

5. De seguida o MAPGw encaminha a mensagem para o IP-SM-GW que acusa nos logs a recepção da mesma:

```

INFO <MessageDelivery.sendTerminatedOMA>: Terminated Instant Message Registered!
INFO <MessageDelivery.sendTerminatedOMA>: Message - MEU MEO: Conheça o novo serviço GRAVACA
O REMOTA que lhe permite agendar as gravacoes na sua MeoBox a partir do PC ou do Telenovel.
Saiba mais em www.meo.pt
    
```

6. O IP-SM-GW constrói uma mensagem ICP "42" e encaminha-a para o SIPGw. Este acusa a recepção da mensagem nos seus logs:

```
INFO <SIPGw.ReceiveFromIPSMGW>: Mensagem recebida ICP - oa=MEO,da=351966000002@10.112.64.4:5061,ot=42,#msg=MEU+MEO%3A+Conheca+o+novo+servico+GRAVACAO+REMOTA+que+lhe+permite+agendar+as+gravacoes+na+sua+MeoBox+a+partir+do+PC+ou+do+Telemovel.+Saiba+mais+em+www.meo.pt
```

7. O SIPGw constrói uma SIP MESSAGE:

```
INFO <SIPGw.SipLayer>: Mensagem SIP a enviar:  
MESSAGE sip:351966000002@10.112.64.4:5061;transport=udp SIP/2.0  
Call-ID: 58194e59365308287998a0ed83de1d87@10.112.64.4  
CSeq: 1 MESSAGE  
From: "MEO" <sip:ipsmgw@10.112.64.4:5060>;tag=asdasdasdsadasdasd  
To: "351966000002" <sip:351966000002@10.112.64.4:5061>  
Via: SIP/2.0/UDP 10.112.64.4:5060;branch=branch1  
Max-Forwards: 70  
Contact: "ipsmgw" <sip:ipsmgw@10.112.64.4:5060>  
Content-Type: text/plain  
Content-Length: 155
```

```
MEU MEO: Conheça o novo serviço GRAVACAO REMOTA que lhe permite agendar as gravacoes na sua MeoBox a partir do PC ou do Telemovel. Saiba mais em www.meo.pt
```

e encaminha-a para o terminal SIP. É possível observar na figura 5.6 a mensagem recebida, e o originador da mensagem 'MEO' (*Large Account*).

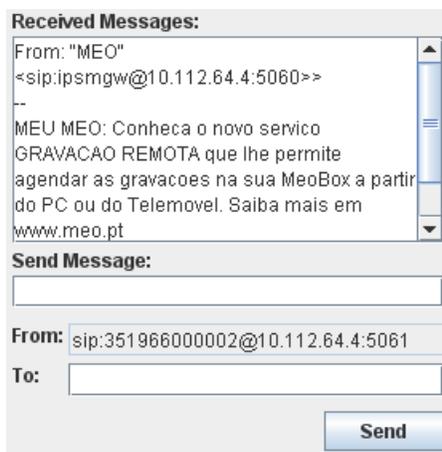


Figura 5.6: Recepção da mensagem enviada pela Large Account 'MEO'.

5.3 Sumário

Neste capítulo apresentou-se a arquitectura desenvolvida para testar alguns dos conceitos estudados nesta dissertação. O núcleo central do sistema desenvolvido segue o que foi proposto no capítulo 4, embora contemplando apenas dois cenários de utilização, mas que são os mais pertinentes.

Os resultados obtidos e apresentados neste capítulo, provam que o sistema está preparado para a interoperabilidade do SMS com serviços de domínios distintos, sendo que neste caso se trabalhou numa rede SIP/IP simples. No entanto, o funcionamento deste sistema num cenário de utilização real entre IMS e GSM não varia significativamente em relação desenvolvido, remetendo apenas algum trabalho adicional para os *gateways* MAPGw e SIPGw.

Capítulo 6

Conclusões

O objectivo principal deste projecto de dissertação foi o de apresentar uma solução para a interoperabilidade entre o SMS e os serviços de mensagens de redes RPG, nomeadamente de IMS. Adicionalmente, foi estipulado que se o estudo contribuísse para tal, e havendo disponibilidade e recursos por parte da empresa, desenvolver-se-ia um sistema protótipo para validar a solução.

Findo o projecto, foram apresentadas as arquitecturas de rede associadas à problemática apresentada, discutidos os serviços de mensagens nelas presentes e as suas limitações, e com base nisso, apresentada uma solução para interoperabilidade. Esta solução é bastante abrangente, contemplando casos em que o terminal IMS suporta ou não SMS. Com base no estudo efectuado, foi criado um demonstrador.

Para além do cumprimento dos objectivos estabelecidos, este projecto serviu também para conhecer o panorama actual dos serviços de mensagens nas redes GSM e IMS. Sobre GSM, foi feito um estudo sobre o funcionamento do, já maduro, *Short Message Service*. Este estudo serviu para conhecer todos os processos que resultam da submissão e entrega de uma mensagem de e para um SMSC. Talvez mais importante, relativamente à rede IMS, foi o levantamento efectuado de todos os sistemas e protocolos que garantem a existência de serviços de *Instant Messaging* em IMS, como o protocolo SIMPLE e a sua utilização no *enabler* OMA SIMPLE IM. Apesar do estudo ter sido vocacionado para a rede IMS, foi inevitável estudar alternativas para *Instant Messaging* em geral, quais as suas particularidades e diferenças em relação aos serviços contemplados por esta dissertação. No entanto, esses aspectos não são aqui debatidas por já não fazerem parte do âmbito deste projecto.

Ao longo do projecto foram encontradas várias dificuldades. A principal foi o extenso tempo que levou o levantamento do estado da arte e estudo de uma solução de interoperabilidade (capítulos 2 e 3). Isto deveu-se sobretudo às normas associadas serem extensas, estarem dispersas, pois pertencem a vários grupos de trabalho diferentes e muitas não fazem referência a outras relevantes na área. Depois, estas normas obrigam implicitamente a que o leitor se especialize nas arquitecturas de rede relacionadas, bem como a que tenha conhecimento (algumas vezes profundo) das suas entidades principais, já que parte do pressuposto que esse conhecimento já existe.

Devido às dificuldades enunciadas no parágrafo anterior não houve possibilidade (até à data de finalização desta dissertação) de integrar o demonstrador desenvolvido num cenário de convivência real entre um core de rede IMS e um core GSM com SMS. No entanto, o núcleo central do sistema desenvolvido para o IP-SM-GW está preparado para essa integração num cenário real, como demonstram os resultados dos testes apresentados no capítulo 5, sendo que só basta alterar os *gateways* (MAPGw e SIPGw) para que contemplem toda a sinalização necessária.

6.1 Principais Contribuições

A principal contribuição deste projecto, cumprindo os seus objectivos, foi a de reunir, discutir e clarificar a informação necessária para o desenvolvimento do IP-SM-GW.

No final da leitura desta dissertação, o leitor deverá ser capaz de identificar os problemas que surgem da tentativa de interoperabilidade entre os serviços de mensagens das redes IMS e GSM. Para além disso, esta dissertação agrega informação que não se adquire sem um estudo exaustivo de todas as normas e bibliografia relacionada. Com esta informação reunida num só documento, passa a ser mais fácil, não só o desenvolvimento de cenários de interoperabilidade com SMS e IMS, como também o desenvolvimento de serviços assentes nestas tecnologias.

Durante o desenvolvimento deste projecto de dissertação manteve-se o contacto com os autores das principais normas 3GPP para esta problemática, nomeadamente os da TS 23.204 [55] e da TS 24.341 [61], no sentido de corrigir erros encontrados e esclarecer alguns cenários apresentados. Este erros mostram-se típicos de especialistas em IMS que não conheciam em detalhe o serviço SMS. Por essa razão, muitos desses erros foram detectados após o estudo do core GSM e o funcionamento detalhado dos processos do SMS.

Relativamente a publicações, o trabalho desta dissertação resultou na publicação de dois

artigos científicos. O primeiro, na "9ª Conferência de Redes de Computadores"[17], aborda a problemática apresentada nesta dissertação, apresentando e descrevendo o IP-SM-GW como solução para o problema. O segundo, aceite na conferência "Engenharia 2009"[18], aborda os serviços de mensagens existentes em IMS, a sua arquitectura e como podem interagir com a rede legada.

No enquadramento da empresa, o IP-SM-GW já está previsto na solução para SMS da PT Inovação, como demonstra a figura 6.1 retirada do *datasheet* que apresenta o produto XAF SMSC Mobile®[68].

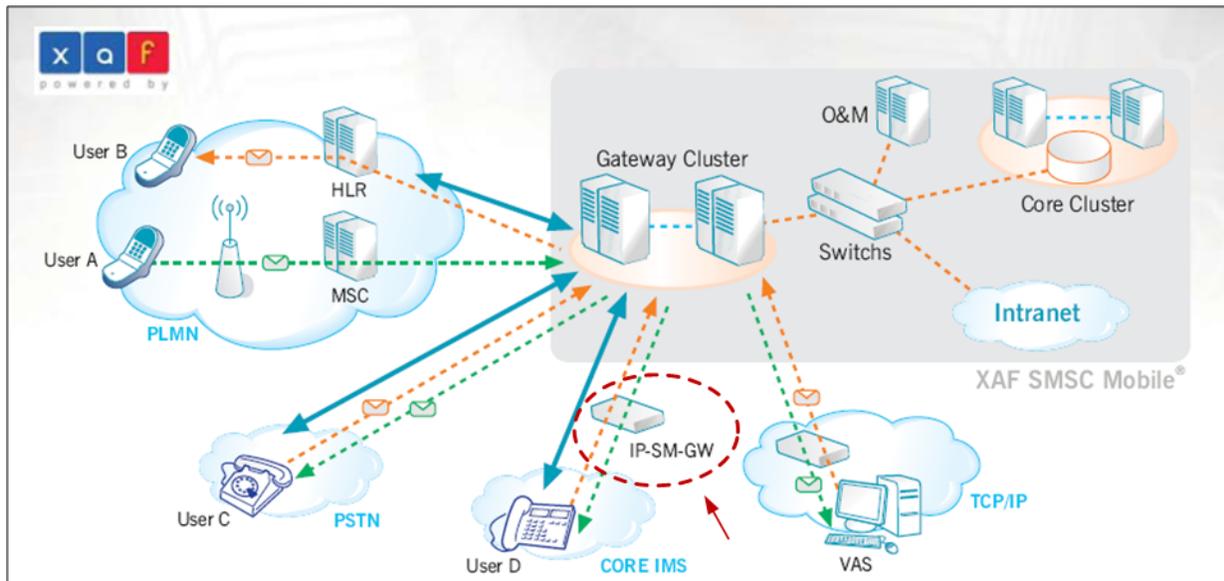


Figura 6.1: Cenário de integração do XAF SMSC Mobile® na rede do operador.

Os serviços de mensagens estudados e debatidos nesta dissertação (SMS em GSM e OMA SIMPLE IM em IMS) têm como principal característica, e razão pela qual acabam por vingar no seio dos utilizadores, a ubiquidade implícita no seu funcionamento para quem utiliza o serviço. A maior contribuição desta dissertação é, sem dúvida, a de apresentar uma solução para que essa ubiquidade não seja afectada pela coexistência dos diferentes domínios.

6.2 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro, o primeiro ponto será a continuação do desenvolvimento do núcleo central do IP-SM-GW de modo a que contemple todos os cenários estudados para interoperabilidade, e não apenas os apresentados no cenário de testes.

Do cenário de testes também se espera uma evolução, de modo a que contemple uma situação real de interoperabilidade entre IMS e GSM. Para tal bastará evoluir os *gateways*, nomeadamente garantindo o suporte do SIPGw para os *private headers* SIP para IMS e instalar uma pilha MAP no MAPGw. Em relação ao core IMS, também se espera testar a solução numa rede que implemente integralmente um *enabler* OMA SIMPLE IM para validar o seu funcionamento.

Finalmente, espera-se que após o suporte de todos os cenários base de interoperabilidade, se possa passar ao estudo de novos serviços que tirem partido da solução de interoperabilidade proposta.

Apêndice A

Mensagens MAP para o SMS

Neste apêndice é apresentada a estrutura das mensagens MAP referidas no Capítulo 2.

A.1 MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM

A tabela A.1 indica os parâmetros que esta mensagem possui no seu formato de pedido e respectiva resposta (o tipo M identifica um campo obrigatório, enquanto o C um campo condicional).

Tabela A.1: MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM

Parâmetro	Pedido	Resposta	Descrição
Invoke Id	M	M	Identificador do serviço e respectivas primitivas.
MSISDN	M		Receptor da mensagem.
SM-RP-PRI	M		Indica se a SM deve ser ou não entregue no caso do SMSC já se encontrar no ficheiro MWD.
Service Centre Address	M		Endereço do SMSC.
SM-RP-MTI	C		Message Type Indicator
SM-RP-SMEA	C		Entidade SMS que originou a SM.
GPRS Support Indicator	C		Indicação do suporte à entrega da SM por SGSN.
SM-Delivery Not Intended	C		Pela sua presença indica que a intenção não é entregar a SM.
IMSI		C	IMSI do terminal.
Network Node Number		C	ISDN do SGSN ou do MSC.
LMSI		C	Identificação local alocada pelo VLR a um subscritor para gestão interna.
GPRS Node Indicator		C	Indicador de que o número presente no parâmetro Network Node Number é do SGSN.
Additional Number		C	Número do MSC ou do SGSN.
User Error		C	Descrição do erro ocorrido.
Provider Error		C	Indica um tipo de erro ocorrido relacionado com esta mensagem.

A.2 MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE

A tabela A.2 indica os parâmetros que esta mensagem possui no seu formato de pedido e respectiva resposta (o tipo M identifica um campo obrigatório, enquanto o C um campo condicional).

A.3 MAP-REPORT-SM-DELIVERY-STATUS

A tabela A.3 indica os parâmetros que esta mensagem possui no seu formato de pedido e respectiva resposta (o tipo M identifica um campo obrigatório, enquanto o C um campo

Tabela A.2: MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE

Parâmetro	Pedido	Resposta	Descrição
Invoke Id	M	M	Identificador do serviço e respectivas primitivas.
SM RP DA	M		Destinatário da mensagem: Endereço do SMSC.
SM RP OA	M		Originador da mensagem.
SM RP UI	M	C	SMS-SUBMIT
IMSI	C		IMSI do originador.
User Error		C	Descrição do erro ocorrido.
Provider Error		C	Indica um tipo de erro ocorrido relacionado com esta mensagem.

condicional).

A.4 MAP-READY-FOR-SM

A tabela A.4 indica os parâmetros que esta mensagem possui no seu formato de pedido e respectiva resposta (o tipo M identifica um campo obrigatório, enquanto o C um campo condicional).

A.5 MAP-INFORM-SERVICE-CENTRE

A tabela A.5 indica os parâmetros que esta mensagem possui no seu formato de pedido e respectiva resposta (o tipo M identifica um campo obrigatório, enquanto o C um campo condicional).

A.6 MAP-SEND-INFO-FOR-MO-SMS

A tabela A.6 indica os parâmetros que esta mensagem possui no seu formato de pedido e respectiva resposta (o tipo M identifica um campo obrigatório, enquanto o C um campo condicional).

Tabela A.3: MAP-REPORT-SM-DELIVERY-STATUS

Parâmetro	Pedido	Resposta	Descrição
Invoke Id	M	M	Identificador do serviço e respectivas primitivas.
MSISDN	M		Receptor da mensagem.
Service Centre Address	M		Endereço do SMSC.
SM Delivery Outcome	M		Estado da entrega ao terminal da SM.
Absent Subscriber Diagnostic SM	C		Razão para o absentismo do subscritor.
GPRS Support Indicator	C		Indicação do suporte à entrega da SM por SGSN.
Delivery Outcome Indicator	C		Indica que o Delivery Outcome enviado para o HLR/HSS é para GPRS.
Additional SM Delivery Outcome	C		Indica o Delivery Outcome para GPRS nos casos em que é efectuada uma entrega combinada GPRS e não-GPRS.
Additional Absent Subscriber Diagnostic SM	C		Indica a razão do Delivery Outcome adicional.
IP-SM-GW-Indicator	C		A sua presença indica que o Delivery Outcome é para entrega via IMS.
IP-SM-GW SM Delivery Outcome	C		Indica o Delivery Outcome para o domínio IMS.
IP-SM-GW Absent Subscriber Diagnostic SM	C		Indica a razão do Delivery Outcome do IP-SM-GW.
MSISdn-Alert		C	
User Error		C	Descrição do erro ocorrido.
Provider Error		C	Indica um tipo de erro ocorrido relacionado com esta mensagem.

A.7 MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE

A tabela A.7 indica os parâmetros que esta mensagem possui no seu formato de pedido e respectiva resposta (o tipo M identifica um campo obrigatório, enquanto o C um campo condicional).

APÊNDICE A. MENSAGENS MAP PARA O SMS

Tabela A.4: MAP-READY-FOR-SM

Parâmetro	Pedido	Resposta	Descrição
Invoke Id	M	M	Identificador do serviço e respectivas primitivas.
IMSI	C		
TMSI	C		
Alert Reason	M		MS Present / Memory Available
Alert Reason Indicator	C		Indica que o parâmetro Alert Reason é enviado devido a actividade GPRS.
Additional Alert Reason Indicator	C		Indica que o parâmetro Alert Reason é enviado devido a actividade IMS.
User Error		C	Descrição do erro ocorrido.
Provider Error		C	Indica um tipo de erro ocorrido relacionado com esta mensagem.

Tabela A.5: MAP-INFORM-SERVICE-CENTRE

Parâmetro	Pedido	Resposta	Descrição
Invoke Id	M	M	Identificador do serviço e respectivas primitivas.
MSIsdn-Alert	C		Endereço do SMSC.
Service Centre Address	C		Endereço do SMSC.
User Error		C	Descrição do erro ocorrido.
Provider Error		C	Indica um tipo de erro ocorrido relacionado com esta mensagem.

Tabela A.6: MAP-SEND-INFO-FOR-MO-SMS

Parâmetro	Pedido	Resposta	Descrição
Invoke Id	M	M	Identificador do serviço e respectivas primitivas.
Service Centre Address	M		Endereço do SMSC.
MSISDN		C	Endereço do SMSC.
User Error		C	Descrição do erro ocorrido.
Provider Error		C	Indica um tipo de erro ocorrido relacionado com esta mensagem.

Tabela A.7: MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE

Parâmetro	Pedido	Resposta	Descrição
Invoke Id	M	M	Identificador do serviço e respectivas primitivas.
SM RP DA	M		Destinatário da mensagem.
SM RP OA	M		Originador da mensagem.
SM RP UI	M	C	SMS-DELIVER
More Messages to Send	C		Indicação MMS recebida pelo SMSC.
User Error		C	Descrição do erro ocorrido.
Provider Error		C	Indica um tipo de erro ocorrido relacionado com esta mensagem.

Apêndice B

Especificação de Interfaces - Procedimentos

Neste capítulo estão presentes os procedimentos relacionados com a especificação das interfaces do IP-SM-GW. Esses procedimentos encontram-se divididos por três secções, correspondendo ao *gateway* responsável pelo seu suporte.

B.1 MAPGw

B.1.1 Interface E/Gd - Short Message Mobile Originated

Este procedimento ocorre quando o IP-SM-GW recebe uma mensagem vinda do domínio IMS (SM ou IM) para ser submetida ao SMS-C.

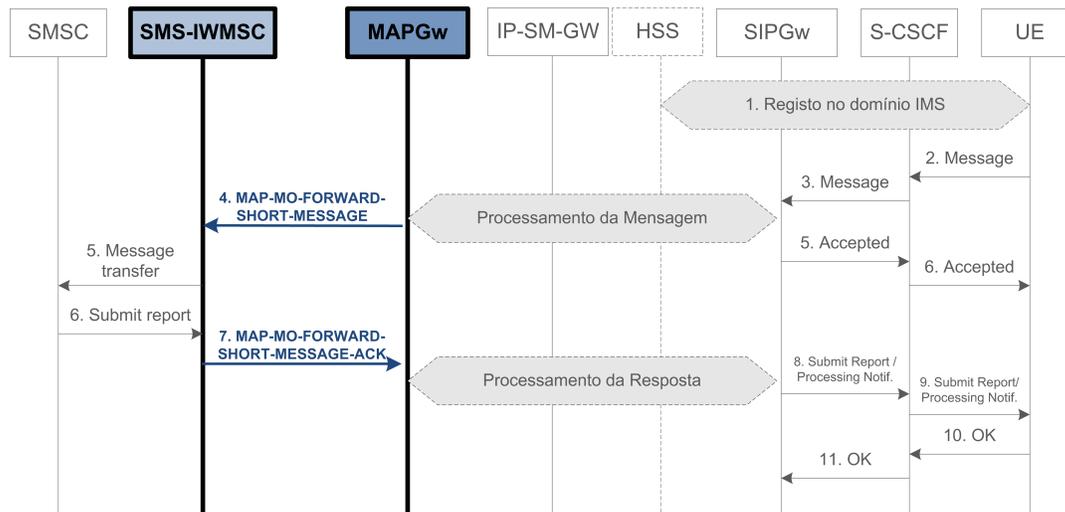


Figura B.1: Submissão de uma Short Message ao SMSC vinda de um domínio IMS.

- **4** Encaminhamento de um SMS-SUBMIT para o SMSC;
O IP-SM-GW, recebendo uma mensagem vinda do domínio IMS, a partir do SIPGw (seja uma SM ou IM), encaminha-a para o domínio GSM a partir do MAPGw. Antes deste encaminhamento a mensagem é tratada (passada para MAP) e após isso encaminhada para o SMSC como uma SMS-SUBMIT numa mensagem MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE.
- **7** Recepção do SMS-SUBMIT-REPORT da mensagem 4;
Após a submissão, o SMSC vai responder com o SMS-SUBMIT-REPORT, vindo numa MAP-MO-FORWARD-SHORT-MESSAGE-ACK.

B.1.2 Interface E/Gd - Short Message Mobile Terminated

Este procedimento ocorre quando o IP-SM-GW recebe uma mensagem vinda do domínio IMS (SM ou IM) para ser submetida ao SMS-C.

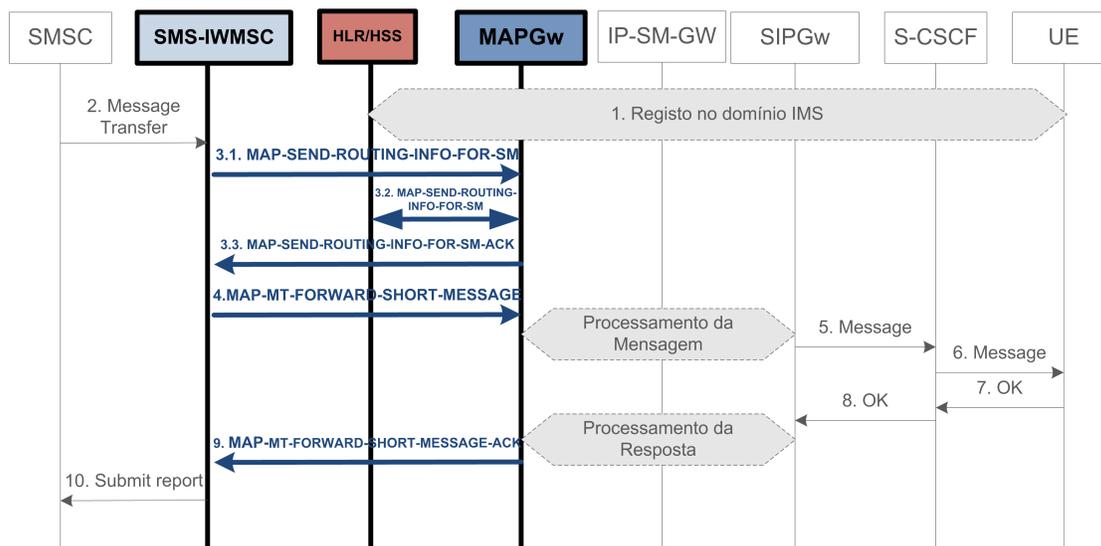


Figura B.2: Entrega de uma Short Message a um terminal IMS.

- **3.1** Pedido do domínio de entrega da SM pelo SMSC;
O SMSC inquiri o HLR/HSS pelo domínio de entrega da SM com uma mensagem MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM. Este pedido, baseando-se nas configurações do utilizador destino, vai ser reencaminhado para o IP-SM-GW.
- **3.3** Encaminhamento da resposta ao Send Routing Info para o SMSC;
Após inquirir o HLR/HSS, o IP-SM-GW vai encaminhar a resposta (MAP-SEND-ROUTING-INFO-FOR-SM-ACK) de volta para o SMSC para que este possa dar seguimento à entrega da mensagem no domínio correcto.
- **4** Entrega da mensagem por parte do SMSC;
Com a informação recebida pelo IP-SM-GW, o SMSC vai entregar a mensagem para o domínio definido, que neste caso é o IMS. É então enviada uma MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE contendo o SMS-DELIVER para o IP-SM-GW
- **9** Envio do SMS-DELIVER-REPORT para o SMSC;
O IP-SM-GW retorna ao SMSC o SMS-DELIVER-REPORT referente à tentativa de entrega da mensagem num MAP-MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE-ACK.

B.1.3 Interface J - MAP-ANY-TIME-MODIFICATION

Esta mensagem serve para alterar informação no HLR/HSS em qualquer altura. Na figura B.3 o IP-SM-GW informa o HLR/HSS da compatibilidade ao SMS por parte do terminal, na altura do seu registo.

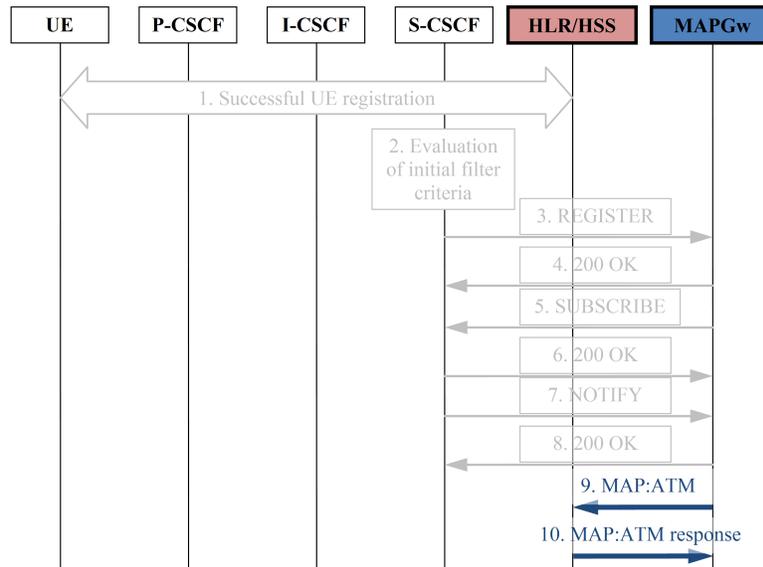


Figura B.3: Indicação do HLR/HSS das capacidades do terminal.

- **9** Envio de uma mensagem MAP-ANY-TIME-MODIFICATION ao HLR/HSS;
- **10** Resposta ao MAP-ANY-TIME-MODIFICATION.

B.1.4 Interface E/Gd - MAP-READY-FOR-SM

Este serviço é utilizado entre o MSC e o VLR e o VLR e o HLR. Contudo, no TS 23.204/6.5.b aparece na comunicação entre o IP-SM-GW e HLR/HSS para o notificar que o terminal se encontra preparado para receber mensagens novamente, após receber uma notificação que havia sido subscrita a partir da interface Sh.

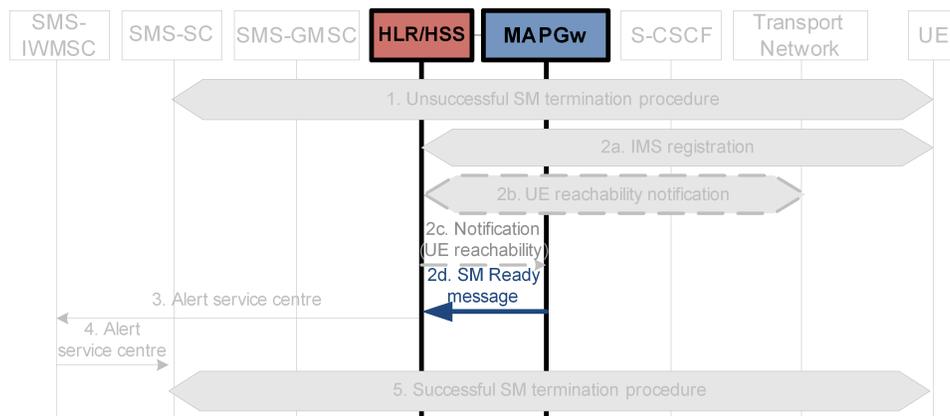


Figura B.4: Procedimento de Alerta ao SMSC quando um UE está disponível para receber SMS.

B.2 SIPGw

B.2.1 Interface ISC - Registo de um terminal

Registo de um terminal na rede IMS, despoletando o registo do seu estado e das suas capacidades.

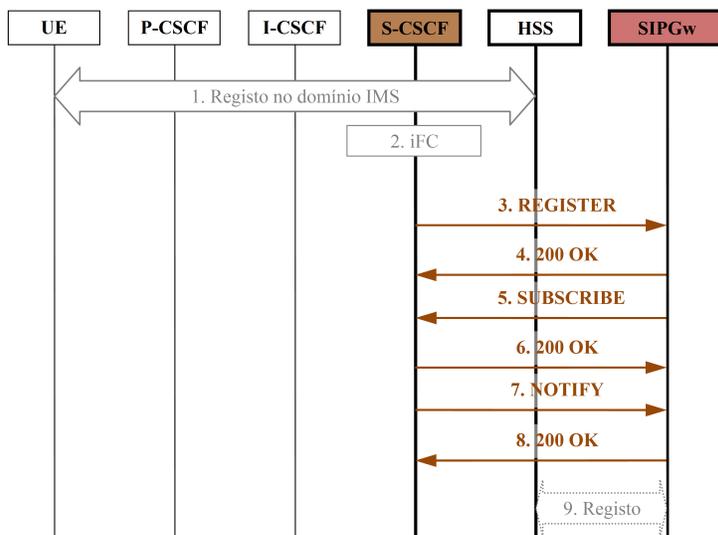


Figura B.5: Indicação do HLR/HSS das capacidades do terminal.

- **3** O REGISTER é encaminhado para o IP-SM-GW;
O registo do terminal no domínio IMS vai despoletar no S-CSCF (a partir de um iFC) o envio de um SIP REGISTER para o IP-SM-GW com o MSISDN do UE, no atributo MSISDN do elemento <service-info>. O IP-SM-GW vai registar esse MSISDN.
- **4** 200 Ok indicando que o registo foi efectuado com sucesso;
- **5** O IP-SM-GW subscreve a alterações do estado do UE que se registou;
Com a chegada do REGISTER, o IP-SM-GW vai subscrever à reg event package com o header "Event: reg" para a identidade pública do UE que se registou.
- **6** O S-CSCF responde com o 200 Ok;
- **7** O S-CSCF envia um primeiro NOTIFY;
O S-CSCF vai enviar ao IP-SM-GW um NOTIFY Request indicando que o UE monitorizado está online e é compatível com SMS. Tal é indicado com a presença do parâmetro "+g.3gpp.smsip", presente num elemento "unknown-param", dentro do elemento "contact".
- **8** O IP-SM-GW responde com um 200 Ok;

B.2.2 Interface ISC - Cancelamento do registo de um terminal

Cancelamento do registo de um terminal da rede, o que despoleta um NOTIFY para informar o IP-SM-GW desta ocorrência.

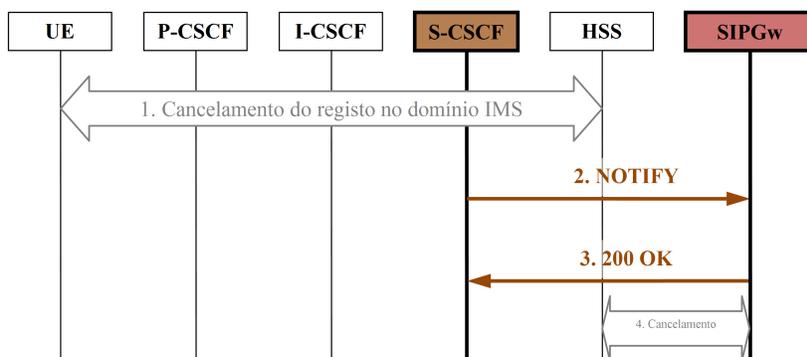


Figura B.6: Cancelamento do registo de um terminal.

- **2** O S-CSCF vai enviar um NOTIFY Request ao IP-SM-GW, indicando que o UE monitorizado já não está registado como sendo compatível com SMS, neste caso omitindo o parâmetro "+g.3gpp.smsip", presente num elemento "unknown-param", dentro do elemento "contact";
- **3** O IP-SM-GW responde com um 200 Ok;

B.2.3 Interface ISC - Short Message Mobile Originated

Procedimento relativo a interoperabilidade *Transport-Level*.

Este fluxo descreve a recepção de um SIP MESSAGE Request com *payload* 'application/vnd.3gpp.sms'.

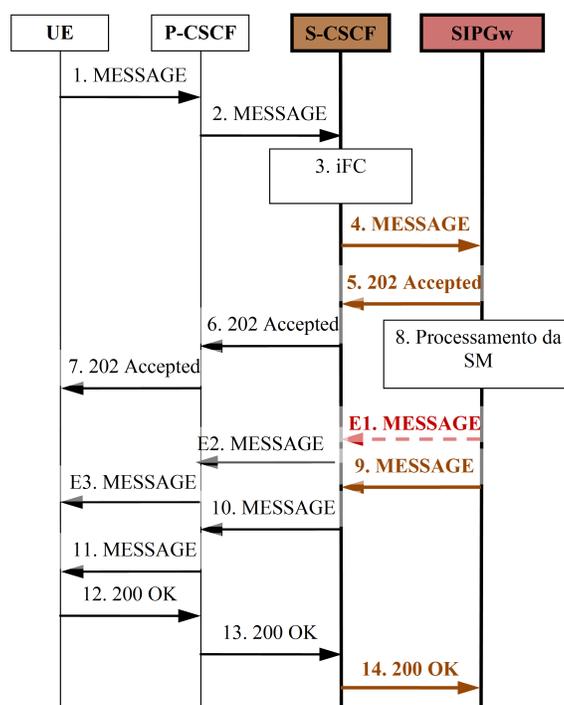


Figura B.7: Short Message Mobile Originated em IMS.

- 4 A mensagem que vem do UE, chega ao S-CSCF e é reencaminhada para o IP-SM-GW;

Chega ao IP-SM-GW um SIP MESSAGE Request com um header P-Asserted-Identity contendo o tel URI do terminal que envia a mensagem e destino o SIP URI do SMS-C.

No payload da mensagem SIP vai uma SM. Para tal o header Content-Type vai tomar o valor de 'Application/vnd.3gpp.sms'. Este tipo indica a presença de uma Short Message (RP-DATA) no caso de ser uma submissão ao SMS-C, uma notificação de memória disponível (RP-SMMA), ou um Delivery Report (RP-ACK ou RP-ERROR).

Neste exemplo concreto o payload é RP-DATA, pois é a submissão de uma SM.

- 5 O IP-SM-GW responde com o 202 Accepted indicando que a mensagem SIP recebida foi aceite;
- 8 O IP-SM-GW "descodifica" e processa a SM.

Se a mensagem for uma notificação de memória disponível, então o MSISDN do utilizador é guardado no campo RP IMSI. No caso de não ser recebido o MSISDN, então é registado o tel URI recebido no P-Asserted-Identity.

No exemplo apresentado o IP-SM-GW vai receber e encaminhar a SMS-SUBMIT para o SMS-C e enviar de volta para o utilizador o respectivo SMS-SUMBIT-REPORT.

- **E1** Mensagem de erro

No caso de haver uma falha no processamento da mensagem (passo 8), como um erro na extracção da SM, deverá ser enviada uma SIP MESSAGE contendo uma SM RP-ERROR, com o código de erro apropriado (definido no TS 24.011).

Neste caso os passos 9 a 19 apresentados no exemplo ficam sem efeito.

- **9** SIP MESSAGE Request que inclui um payload 'vnd.3gpp.sms' com o SMS-SUBMIT-REPORT;

B.2.4 Interface ISC - Short Message Mobile Terminated

Procedimento relativo a interoperabilidade *Transport-Level*.

Este fluxo descreve o envio de um SIP MESSAGE Request com payload application/vnd.3gpp.sms.

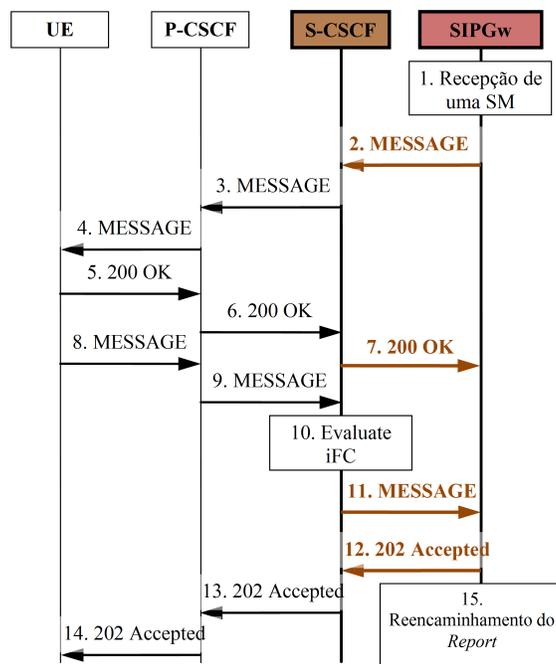


Figura B.8: Short Message Mobile Terminated em IMS.

- **2** A mensagem que vem do SMS-C é enviada para o terminal destino numa SIP MESSAGE Request;

APÊNDICE B. ESPECIFICAÇÃO DE INTERFACES - PROCEDIMENTOS

Na mensagem a enviar, o header Accept-Contact terá de conter o parâmetro "+g.3gpp.smsip" com as tags "explicit" e "require". Esta regra serve para que uma proxy reencaminhe a mensagem apenas quando o utilizador mencionou previamente no seu registo que suporta o SMS pelo parâmetro "+g.3gpp.smsip".

O header Request-Disposition vai tomar ainda o valor de "no-fork", indicando (aos proxies) desta forma que a mensagem deverá ser entregue a apenas um dos endereços que a que o utilizador possa estar associado.

No header P-Asserted-Identity estará presente o SIP URI do IP-SM-GW.

Finalmente, no payload segue a SM (SMS-DELIVER), sendo indicada no header Content-Type como application/vnd.3gpp.sms.

- **3** O 200 Ok é reencaminhado para o IP-SM-GW;
- **11** O SMS-DELIVER-REPORT é entregue ao IP-SM-GW.
- **12** O IP-SM-GW responde com um 200 Ok;

B.2.5 Interface ISC - Submissão de uma Instant Message ao SMSC

Procedimento relativo a interoperabilidade *Service-Level*.

Uma mensagem é enviada para um utilizador SMS, respeitando o processo do serviço no domínio *legacy*, mas utilizando IM para o domínio IMS.

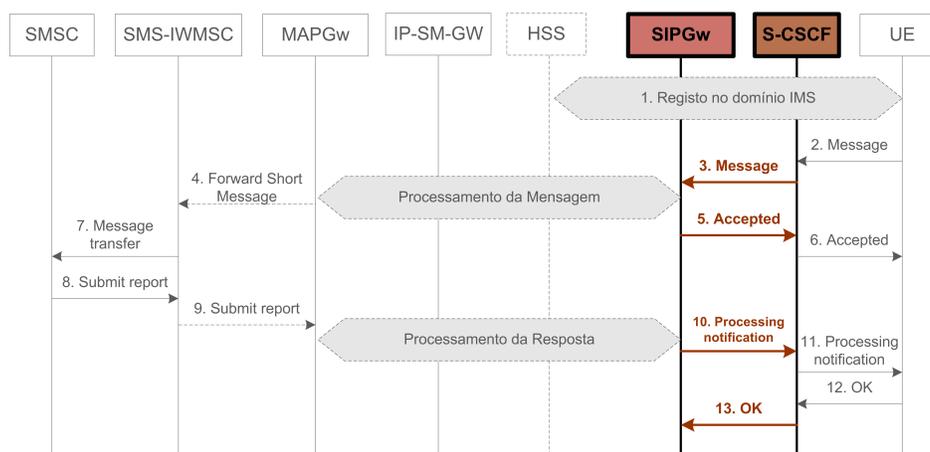


Figura B.9: Submissão de uma SM a partir de uma IM.

- **3** Baseado num iFC, a Instant Message enviada pelo UE é reencaminhada para o SIPGw. Chega ao SIPGw uma SIP MESSAGE com payload "message/cpim".
- **5** O IP-SM-GW responde com o 202 Accepted indicando que a mensagem SIP recebida foi aceite; No entanto, a mensagem pode ser para entrega directa ao utilizador, sem intermédio do SMSC. Nesse caso, em vez do 202 Accepted, poderá ser enviado um 200 Ok ou outra em caso de tentativa falhada.

- **10** Se requisitado, o IP-SM-GW constrói e envia uma IMDN.
Se na mensagem CPIM recebida estiver o pedido de uma Instant Message Delivery Notification (IMDN), o IP-SM-GW terá de a construir e enviar.
- **13** É retornado o 200 Ok, referente à SIP MESSAGE entregue em 10.

B.2.6 Interface ISC - Entrega de uma Short Message a um utilizador IM

Procedimento relativo a interoperabilidade *Service-Level*.

Neste fluxo, uma SM é enviada a um utilizador registado no serviço OMA SIMPLE IM. No IP-SM-GW haverá a conversão da SM numa IM, isto é, numa SIP MESSAGE.

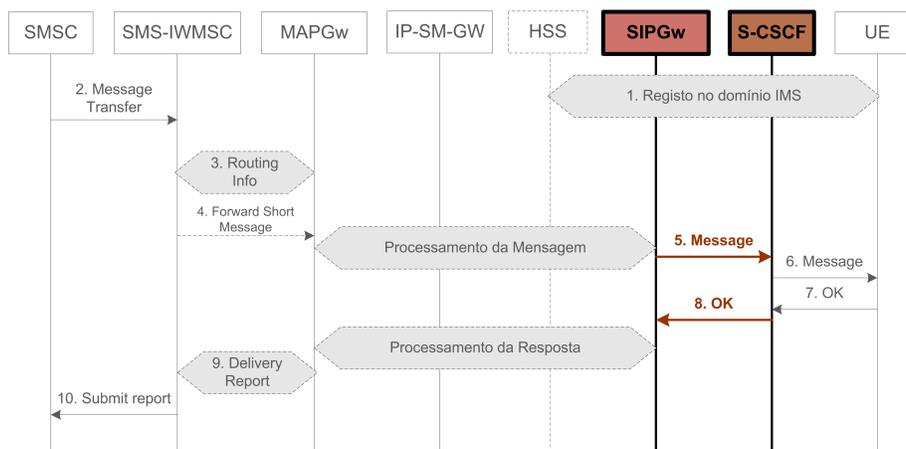


Figura B.10: Entrega de uma SM como IM.

- **5** O IP-SM-GW constrói a IM a partir da SM recebida e encaminha para o S-CSCF;
Após receber a SM, o IP-SM-GW vai mapear o seu conteúdo para uma IM do serviço OMA SIMPLE IM. O mapeamento pode ser feito a partir da análise dos documentos TS 29.311 (6.1.4.3.1) [62] e OMA TS SIMPLE IM (8.3.2.1) [52]:
 - O Request URI será um Tel URI ou um SIP URI, correspondendo ao MSISDN do recipiente da mensagem;
 - O header P-Asserted Identity é um Tel URI, baseado no parâmetro TP-OA recebido na MT-FORWARD-SHORT-MESSAGE (vinda do MAPGw);
 - O header Content-Type indicará um tipo Message/cpim;
 - O header Accept-Contact incluirá a tag "+g.oma.sip-im";
 - O header User-Agent terá de indicar a release do OMA-SIMPLE-IM;

- O header Request-Disposition é preenchido com o valor "no queue";
- **8** Recepção do 200 Ok referente à mensagem enviada.
Apesar da B.10 indicar uma recepção com sucesso, pode existir uma situação de falha. Nesse caso, o IP-SM-GW terá de interpretar a mensagem recebida (que não 2XX) e mapeá-la para o respectivo parâmetro de erro da SM, sendo essa responsabilidade do MAPGw.

B.3 DiameterGw

Para o caso particular do SMS, está apenas normalizada a comunicação do IP-SM-GW com o OCS [59]. Por essa razão, nesta secção apresentam-se apenas os fluxos de mensagens para os procedimentos suportados pela interface Ro.

B.3.1 Interface Ro - Immediate Event Charging

A figura B.11 apresenta o fluxo de mensagens para a operação de débito directo.

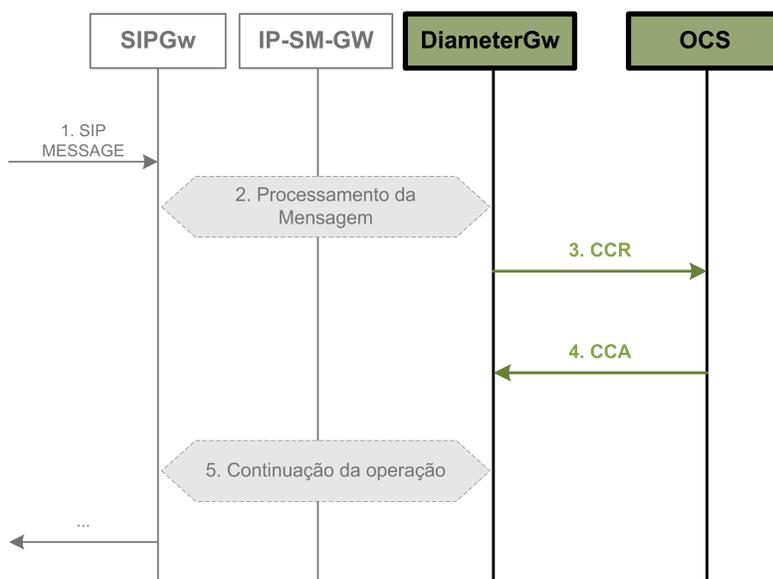


Figura B.11: Immediate Event Charging.

- **3** A chegada de uma SIP MESSAGE ao IP-SM-GW despoleta o envio de um CCR ao OCS;
Quando uma SIP MESSAGE chega ao IP-SM-GW, este envia uma *Credit-Control-Request* ao OCS para verificar se o utilizador tem permissões (créditos suficientes) para prosseguir com o tratamento da mensagem.

- 4 O OCS responde ao CCR emitido pelo IP-SM-GW com uma CCA;

O OCS vai então enviar a uma *Credit-Control-Answer*, indicando se o utilizador tem permissão, ou não, para continuar a operação.

B.3.2 Interface Ro - Immediate Event Charging Refound

A figura B.12 apresenta o fluxo de mensagens para a operação de retorno de crédito após uma operação de débito directo.

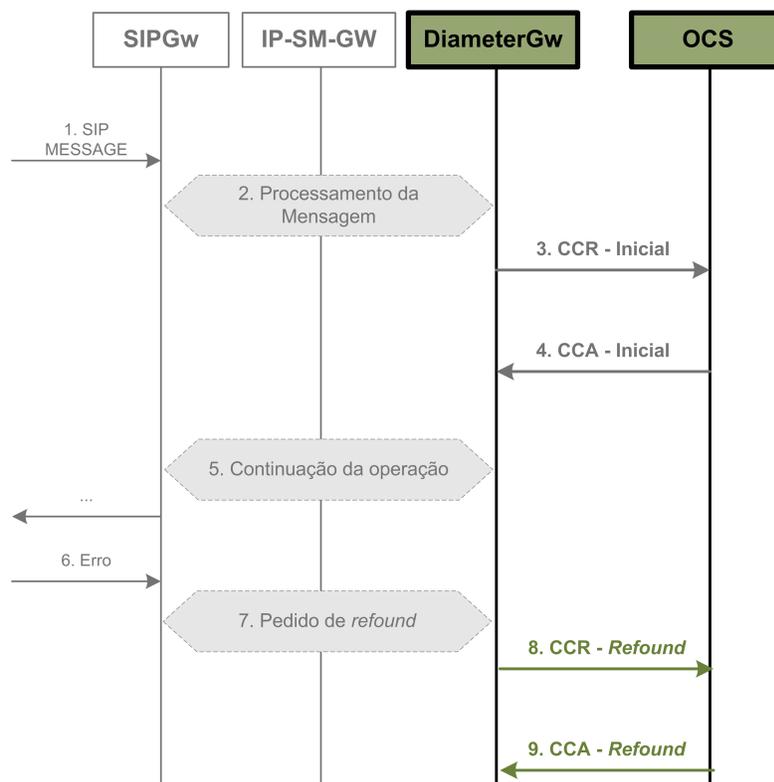


Figura B.12: Immediate Event Charging Refound.

- 8 Pedido de devolução do valor anteriormente cobrado no pedido 3;

Depois da tentativa falhada de seguimento da operação o IP-SM-GW, envia um CCR com um pedido de devolução de crédito ao OCS

- 9 O OCS envia ao IP-SM-GW a resposta ao pedido;

B.3.3 Interface Ro - Event Charging with Unit Reservation

A figura B.13 apresenta o fluxo de mensagens para a operação de débito com reserva de crédito.

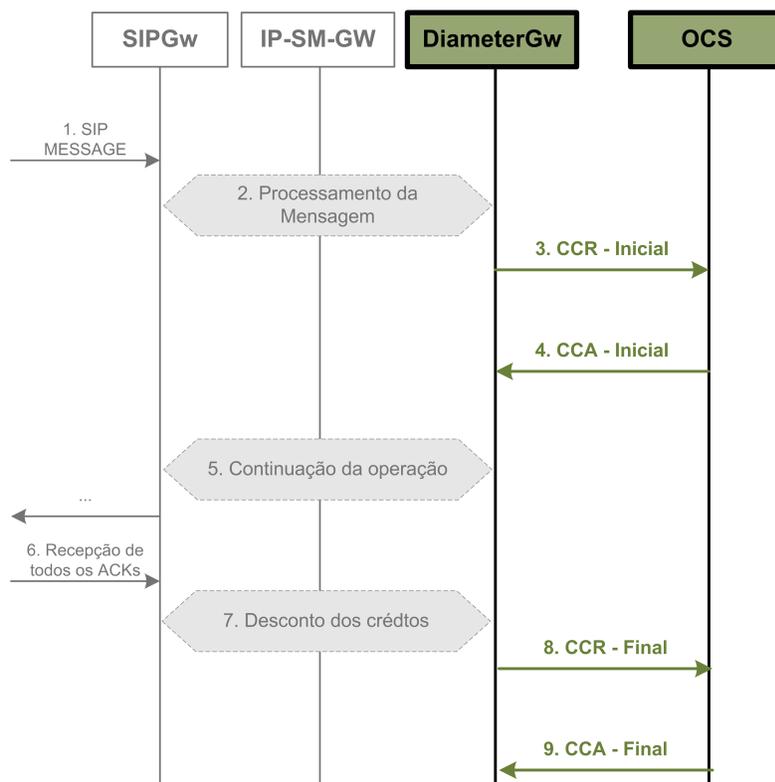


Figura B.13: Event Charging with Unit Reservation.

- **3** Pedido de registo da operação, após a recepção de uma mensagem;
- **4** Resposta do OCS ao CCR inicial;
- **8** Após a recepção de todos os ACKs, o IP-SM-GW envia um CCR para descontar o valor da operação;
- **9** O OCS responde ao pedido;

Apêndice C

Mensagens ICP

Neste Apêndice estão presentes as mensagens ICP criadas ou adaptadas (no caso de já existentes).

Apenas será apresentada a informação que circula nas mensagens e que está directamente relacionada com a execução deste projecto. Detalhes acerca da construção das mensagens ou do seu formato não serão mencionados.

C.1 Comunicação com o MAPGW

Mensagens para comunicação entre o núcleo central do IP-SM-GW e o MAPGW.

C.1.1 SM-Submit

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGW, para a submissão de uma Short Message ao SMSC. Detalhes apresentados na tabela C.1.

Tabela C.1: ICP SM-Submit.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
RD	boolean	(TP-RD) Reject Duplicate
VPF	hex	(TP-VPF) Validity Period Format
SRX	boolean	(TP-SRR) Indicador de pedido de um Status Report
UDH	boolean	(TP-UDHI) User data header indicator
RPI	boolean	(TP-RP) Reply Path Indicator
MR	hex	(TP-MR) Message Reference
DA	decimal	(TP-DA) Destination Address.
PID	hex	(TP-PID) Protocol Identifier
DCS	hex	(TP-DCS) Data Coding Scheme
VP	string	(TP-VP) Validity Period
ML	hex	(TP-UDL) Message Length
MSG	hex	(TP-UD) User Data (mensagem)
OA	string	(SM RP OA) Originator Address
SMSC	decimal	(SM RP DA) Service Center Address Endereço do SMSC

C.1.2 SM-Submit-Report

Esta mensagem é enviada do MAPGW para o IP-SM-GW, para encaminhar o *report* recebido após a submissão da mensagem anterior. Detalhes apresentados na tabela C.2.

Tabela C.2: ICP SM-Submit-Report.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
UDH	boolean	(TP-UDHI) User data header indicator
FCS	hex	(TP-FCS) Failure Cause. Vai ser um hex e em só devera tomar os valores FF ou D2.
PI	hex	(TP-PI) Parameter Indicator. Conjunto de 1 ou mais octetos onde cada indica uma opção particular de um dado parâmetro [24].
TS	string	(TP-SCTS) Service Center Time Stamp
PID	hex	(TP-PID) Protocol Identifier
DCS	hex	(TP-DCS) Data Coding Scheme
VP	string	(TP-VP) Validity Period
ML	hex	(TP-UDL) Message Lenght
MSG	hex	(TP-UD) User Data (mensagem)
OA	string	(SM RP OA) Originator Address
SMSC	decimal	(SM RP DA) Service Center Address Endereço do SMSC
ERR	string	No geral, este campo é mapeado a partir do User Error do MAP (descrição do erro ocorrido).
ESRC	string	Nome do módulo MAPgw

C.1.3 SM-Delivery

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGw ou vice-versa (dependendo do processo), para a entrega de uma Short Message a um terminal. Detalhes apresentados na tabela C.3.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
MMS	boolean	(TP-MMS) More Messages to Send
SRX	boolean	(TP-SRR) Indicador de pedido de um Status Report
UDH	boolean	(TP-UDHI) User data header indicator
RPI	boolean	(TP-RP) Reply Path Indicator
OA	string	(SM RP OA) Originator Address
PID	hex	(TP-PID) Protocol Identifier
DCS	hex	(TP-DCS) Data Coding Scheme
TS	string	(TP-SCTS) Service Center Time Stamp
ML	hex	(TP-UDL) Message Length
MSG	hex	(TP-UD) User Data (mensagem)
DA	decimal	(TP-DA) Destination Address.
PRI	boolean	(SM-RP-PRI) Especifica se o delivery da SM deverá ser parado ou não quando o DA já está na flag MWD.
MWI	boolean	Message Waiting Indication

Tabela C.3: ICP SM-Delivery.

C.1.4 SM-Delivery-Report

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGw ou vice-versa (dependendo do processo), para o encaminhamento do *report* recebido após a entrega da mensagem anterior.

Detalhes apresentados na tabela C.4.

Tabela C.4: ICP Delivery-Report.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
UDH	boolean	(TP-UDHI) User data header indicator
FCS	hex	(TP-FCS) Failure Cause. Vai ser um hex e em só deverá tomar os valores FF ou D2.
PI	hex	(TP-PI) Parameter Indicator. Conjunto de 1 ou mais octetos onde cada indica uma opção particular de um dado parâmetro [24].
PID	hex	(TP-PID) Protocol Identifier
DCS	hex	(TP-DCS) Data Coding Scheme
ML	hex	(TP-UDL) Message Length
MSG	hex	(TP-UD) User Data (mensagem)
ERR	string	No geral, este campo é mapeado a partir do User Error do MAP (descrição do erro ocorrido).
ESRC	string	Nome do módulo MAPgw

C.1.5 SM-Status-Report

Esta mensagem é enviada do MAPGw para o IP-SM-GW, para o encaminhamento do *Status Report* recebido.

Detalhes apresentados na tabela C.5.

Tabela C.5: ICP SM-Status-Report.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
MMS	boolean	(TP-MMS) More Messages to Send
SRQ	decimal	Status Report Qualifier
MR	hex	Message Reference
TS	string	(TP-SCTS) Service Center Timestamp
DT	string	Discharge Time
ST	hex	Status
OA	string	(SM RP OA) Originator Address
PRI	boolean	(SM-RP-PRI) Especifica se o delivery da SM deverá ser parado ou não quando o DA já está na flag MWD.
MWI	boolean	Message Waiting Indication.
DA	decimal	(SM RP DA) Destination Address: Endereço do terminal destino (IMSI/LMSI).

C.1.6 Report-SM-Delivery-Status

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGw, para informar o HLR/HSS sobre uma entrega bem sucedida, ou não, atualizando a flag *Message Waiting Data*.

Detalhes apresentados na tabela C.6.

Tabela C.6: ICP Report-SM-Delivery-Status.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
DA	decimal	MSISDN do receptor da mensagem.
SMSC	decimal	Service Center Address Endereço do SMSC
ASD	string	Absent Subscriber Diagnostic SM
IPSMGWI	string	IP-SM-GW Indicator
IPSMGWDO	string	IP-SM-GW Delivery Outcome
IPSMGWD	string	IP-SM-GW Absent Subscriber Diagnostic SM
ERR	string	Mapeado do SM Delivery Outcome
ESRC	string	Nome do módulo IP-SM-GW

C.1.7 Send-Routing-Info

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGw e vice-versa, para que o primeiro possa receber e encaminhar um *send routing info* do SMSC para o HLR/HSS.

Detalhes apresentados na tabela C.7.

Tabela C.7: ICP Send-Routing-Info.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
DA	decimal	MSISDN do receptor da mensagem.
PRI	boolean	(SM-RP-PRI) Especifica se o delivery da SM deverá ser parado ou não quando o DA já está na flag MWD.
SMSC	decimal	Service Center Address Endereço do SMSC
MTI	decimal	(SM RP MTI) Message Type Indicator: Toma o valor de 0 (SMS-DELIVER)
OA	string	(SM RP SMEA) Entidade SMS que originou a SM.
GPRSSI	boolean	Suporte à entrega da SM por GPRS
SMND	boolean	SM Delivery Not Intended

C.1.8 Send-Routing-Info-Ack

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGw para que possa encaminhar a resposta à mensagem anterior para o SMSC.

Detalhes apresentados na tabela C.8.

Tabela C.8: ICP Send-Routing-Info-Ack.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
DA	decimal	MSISDN do receptor da mensagem.
NNN	decimal	Network Node Number: ISDN do SGSN ou do MSC.
GPRSSI	boolean	Suporte à entrega da SM por GPRS: Indicador de que o nr presente é do SGSN.
ADN	decimal	Adicional Number: MSC no caso de o NNN ser do SGSN.
ERR	string	Mapeado do SM Delivery Outcome
ESRC	string	Nome do módulo IP-SM-GW

C.1.9 Any-Time-Modif

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGw para que possa enviar uma mensagem MAP-ANY-TIME-MODIFICATION para o HLR/HSS.

Detalhes apresentados na tabela C.9.

Tabela C.9: ICP Any-Time-Modif.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
IPSMGW	decimal	Endereço E.164 do IP-SM-GW.
OA	decimal	MSISDN do subscritor que se registou.

C.1.10 Ready-For-SM

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o MAPGw para que possa enviar uma mensagem ao HLR/HSS indicando disponibilidade para receber *Short Messages*.

Detalhes apresentados na tabela C.10.

Tabela C.10: ICP Ready-for-SM.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação
OA	decimal	MSISDN do subscritor que se registou.
AR	string	Alert Reason: MS Present / Memory Available
AAR	boolean	Adicional Alert Reason Indicator: Indica que advém de actividade IMS.

C.2 Comunicação com o SIPGw

Mensagens para comunicação entre o núcleo central do IP-SM-GW e o SIPGw.

C.2.1 OMA-IM-Originated

Esta mensagem é enviada do SIPGw para o IP-SM-GW para encaminhar uma *Instant Message* recebida.

Detalhes apresentados na tabela C.11.

Tabela C.11: ICP OMA-IM-Originated

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação (41)
OA	string	P-Asserted-Identity (E.164)
DA	decimal	Request-URI
MR	hex	Call-ID
CPID	string	CPIM message id
CPPD	boolean	CPIM IMDN positive delivery
CPND	boolean	CPIM IMDN negative delivery
MSG	hex	Mensagem Texto

C.2.2 OMA-IM-Terminated

Esta mensagem é enviada do IP-SM-GW para o SIPGw para o processo de entrega de uma *Instant Message*.

Detalhes apresentados na tabela C.12.

Tabela C.12: ICP OMA-IM-Terminated.

Parâmetro	Tipo	Descrição
OT	decimal(2)	ID ICP da operação (41)
OA	string	MSISDN - TP-OA
DA	decimal	Tel uri / SIP uri - SM-RP-DA
MSG	hex	Mensagem Texto

Bibliografia

- [1] Chae-Sub Lee and D. Knight. Realization of the next-generation network. *Communications Magazine, IEEE*, 43(10):34–41, Oct. 2005.
- [2] ITU-T. General Overview of NGN, December 2004.
- [3] 3GPP. IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2. TS 23.228, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), September 2008.
- [4] Miguel-Angel Garcia-Martin Gonzalo Camarillo. *The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS): Merging the Internet and the Cellular Worlds*. Wiley & Sons, second edition, 2004.
- [5] A. Cuevas, J.I. Moreno, P. Vidales, and H. Einsiedler. The IMS service platform: a solution for next-generation network operators to be more than bit pipes. *Communications Magazine, IEEE*, 44(8):75–81, Aug. 2006.
- [6] Diario del Mundo, Feb. 2005.
- [7] J. Brown, B. Shipman, and R Vetter. SMS: The Short Message Service. *Computer*, 40(12):106–110, Dec. 2007.
- [8] 3GPP. Mobile Application Part (MAP) specification. TS 29.002, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), September 2008.
- [9] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler. SIP: Session Initiation Protocol. RFC 3261, Internet Engineering Task Force, June 2002.
- [10] Grupo Portugal Telecom. PT Inovação, SA, url: <https://www.ptinovacao.pt/>.
- [11] 3GPP. Working Group: SA2 - Architecture., url: <http://www.3gpp.org/sa2>.

BIBLIOGRAFIA

- [12] The Internet Engineering Task Force (IETF), url: <http://www.ietf.org/>.
- [13] TEKELEC, url: <http://www.tekelec.com/>.
- [14] Colibria, url: <http://colibria.com/>.
- [15] Comverse, url: <http://www.comverse.com/>.
- [16] Acision, url: <http://www.acision.com/>.
- [17] F. Leitão, S. Freire, and S. Lima. Evolução e coexistência do serviço de mensagens SMS em IMS. *9a Conferência sobre Redes de Computadores*, Oct. 2009.
- [18] F. Leitão, S. Freire, and S. Lima. Serviços de Mensagens em Redes de Próxima Geração. *5a Conferência de Engenharia "Engenharia"2009 - Inovação e Desenvolvimento*, Nov. 2009.
- [19] John Scourias. Overview of the gsm cellular system. Apr. 1995.
- [20] www.gsmworld.com. History: Brief History of GSM and the GSMA.
- [21] ITU-T. Specifications of Signalling System No. 7, March 1993.
- [22] ITU-T. Specifications of Signalling System No. 7: Functional Description of the Message Transfer Part (MTP) of SS7, March 1993.
- [23] Guillaume Peersman, Srba Cvetkovic, Paul Griffiths, and Hugh Spear. The global system for mobile communications short message service. *Communications Magazine, IEEE*, Jun. 2000.
- [24] 3GPP. Technical realization of Short Message Service (SMS). TS 23.040, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), September 2008.
- [25] 3GPP. Technical realization of Cell Broadcast Service (CBS). TS 23.041, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), December 2008.
- [26] 3GPP. Point-to-Point (PP) Short Message Service (SMS) support on mobile radio interface. TS 24.011, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), June 2007.
- [27] K. Knightson, N. Morita, and T. Towle. Ngn architecture: generic principles, functional architecture, and implementation. *Communications Magazine, IEEE*, 43(10):49–56, Oct. 2005.

- [28] T. Mota, P. Pereira, and L. Silva. *Arquitectura ims. Saber & Fazer Telecomunicações*, 3:55–62, Dec. 2005.
- [29] Miikka Poikselka, Aki Niemi, Hisham Khartabil, and Georg Mayer. *The IMS Second Edition: IP Multimedia Concepts and Services*. John Wiley & Sons, 2006.
- [30] Rebecca Chen, Elisa Su, Victor Shen, and Yi-Hong Wang. Introduction to IP Multimedia Subsystem (IMS). *IBM White Paper, The Next Generation Network architecture for Telecom industry*, Sep. 2006.
- [31] J. F. Kurose and K. W. Ross. *Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet*. Addison-Wesley, fourth edition, 2007.
- [32] R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, and T. Berners-Lee. Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. RFC 2616, Internet Engineering Task Force, June 1999.
- [33] J. Klensin. Simple Mail Transfer Protocol. RFC 2821, Internet Engineering Task Force, April 2001.
- [34] M. Handley and V. Jacobson. SDP: Session Description Protocol. RFC 2327, Internet Engineering Task Force, April 1998.
- [35] M. Garcia-Martin, E. Henrikson, and D. Mills. Private Header (P-Header) Extensions to the Session Initiation Protocol (SIP) for the 3rd-Generation Partnership Project (3GPP). RFC 3455, Internet Engineering Task Force, January 2003.
- [36] 3GPP. Signalling flows for the IP multimedia call control based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3. TS 24.228, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), October 2006.
- [37] 3GPP. Internet Protocol (IP) multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3. TS 24.229, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), September 2008.
- [38] P. Calhoun, J. Loughney, E. Guttman, G. Zorn, and J. Arkko. Diameter Base Protocol. RFC 3588, Internet Engineering Task Force, September 2003.
- [39] C. Rigney, S. Willens, A. Rubens, and W. Simpson. Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS). RFC 2865, Internet Engineering Task Force, June 2000.

BIBLIOGRAFIA

- [40] H. Hakala, L. Mattila, J-P. Koskinen, M. Stura, and J. Loughney. Diameter Credit-Control Application. RFC 4006, Internet Engineering Task Force, August 2005.
- [41] 3GPP. Telecommunication management; Charging management; Diameter charging applications. TS 32.299, 3rd Generation Partnership Project (3GPP).
- [42] G. Camarillo, A. B. Roach, J. Peterson, and L. Ong. Integrated Services Digital Network (ISDN) User Part (ISUP) to Session Initiation Protocol (SIP) Mapping. RFC 3398, Internet Engineering Task Force, December 2002.
- [43] 3GPP. IP Multimedia Subsystem (IMS) messaging; Stage 1. TS 22.340, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), March 2008.
- [44] 3GPP. Messaging service using the IP Multimedia (IM) Core Network (CN) subsystem; Stage 3. TS 24.247, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), March 2008.
- [45] B. Campbell, J. Rosenberg, H. Schulzrinne, C. Huitema, and D. Gurle. Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Instant Messaging. RFC 3428, Internet Engineering Task Force, December 2002.
- [46] J. Rosenberg. SIMPLE made Simple: An Overview of the IETF Specifications for Instant Messaging and Presence using the Session Initiation Protocol (SIP). Internet-Draft draft-ietf-simple-simple-03, Internet Engineering Task Force, July 2008. Work in progress.
- [47] B. Campbell, R. Mahy, and C. Jennings. The Message Session Relay Protocol (MSRP). RFC 4975, Internet Engineering Task Force, September 2007.
- [48] J. Peterson. Common Profile for Presence (CPP). RFC 3859, Internet Engineering Task Force, August 2004.
- [49] J. Peterson. Common Profile for Instant Messaging (CPIM). RFC 3860, Internet Engineering Task Force, August 2004.
- [50] G. Klyne and D. Atkins. Common Presence and Instant Messaging (CPIM): Message Format. RFC 3862, Internet Engineering Task Force, August 2004.
- [51] E. Burger and H. Khartabil. Instant Message Disposition Notification (IMDN). RFC 5438, Internet Engineering Task Force, February 2009.
- [52] Open Mobile Alliance. OMA SIMPLE IM V1.0, 2008.

- [53] Open Mobile Alliance. OMA Presence Simple V1.0.1, 2006.
- [54] Open Mobile Alliance. OMA XML Document Management V1.0.1, 2006.
- [55] 3GPP. Support of Short Message Service (SMS) over generic 3GPP Internet Protocol (IP) access; Stage 2. TS 23.204, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), September 2008.
- [56] 3GPP. IP Multimedia Subsystem (IMS) Sh interface; Signalling flows and message contents. TS 29.328, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), September 2008.
- [57] 3GPP. Telecommunication management; Charging management; IP Multimedia Subsystem (IMS) charging. TS 32.260, 3rd Generation Partnership Project (3GPP).
- [58] R. Kuhrie, G. Gormer, M. Schlager, and G. Carle. Charging in the IP Multimedia Subsystem: A Tutorial. *Communications Magazine, IEEE*, 45(7):92–99, July 2007.
- [59] 3GPP. Telecommunication management; Charging management; Short Message Service (SMS) charging. TS 32.274, 3rd Generation Partnership Project (3GPP).
- [60] 3GPP. Telecommunication management; Charging management; Online Charging System (OCS): Applications and interfaces. TS 32.296, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), June 2008.
- [61] 3GPP. Support of SMS over IP networks; Stage 3. TS 24.341, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), December 2008.
- [62] 3GPP. Service Level Interworking for Messaging Services; Stage 3. TS 29.311, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), September 2008.
- [63] A. B. Roach. Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification. RFC 3265, Internet Engineering Task Force, June 2002.
- [64] J. Rosenberg. A Session Initiation Protocol (SIP) Event Package for Registrations. RFC 3680, Internet Engineering Task Force, March 2004.
- [65] Sun Microsystems. Java 1.6, url: <http://java.sun.com/>.
- [66] PostgreSQL, url: <http://www.postgresql.org/>.
- [67] M. Ranganathan and Phelim O’Doherty. JAIN-SIP: Java API for SIP Signaling, <https://jain-sip.dev.java.net/>.

BIBLIOGRAFIA

- [68] PT Inovação, SA. XAF SMSC Mobile, url: <http://www.ptinovacao.pt/cms/source/pdf/64560d2e25f9533270186dc3c9af2313.pdf>.