

RODRIGO BELLOTTO CAMPACCI

***Handover Vertical em Redes NGN: Integrando a Sinalização do
Domínio de Comutação de Circuitos e o IMS***

**CONSULTA
FD-4922**

**São Paulo
2008**

OK

RODRIGO BELLOTTO CAMPACCI

***Handover Vertical em Redes NGN: Integrando a Sinalização do
Domínio de Comutação de Circuitos e o IMS***

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Título de
Mestre em Engenharia.**

São Paulo

2008



Janus

54

Universidade de São Paulo

RELATÓRIO DE DEFESA

Aluno: 3141 - 2371008 - 1 / Página 1 de 1

Relatório de defesa pública de Dissertação do(a) Senhor(a) Rodrigo Bellotto Campacci no Programa: Engenharia Elétrica, do(a) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Aos 18 dias do mês de abril de 2008, realizou-se a Defesa da Dissertação do(a) Senhor(a) Rodrigo Bellotto Campacci, apresentada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica - Área: Sistemas Digitais, intitulada:

"Handover vertical em redes NGN: integrando a sinalização do domínio de comutação de circuitos e o IMS"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

*codpes/Ori:
69661
PCS*

Nome dos Participantes da Banca	Vínculo do Docente	Sigla da Unidade	Resultado
Moacyr Martucci Junior	Presidente	EP - USP	<i>Aprovado</i>
Denis Gabos	Titular	EP - Externo	<i>Aprovado</i>
Marcos José Santana	Titular	ICMC - USP	<i>Aprovado</i>

Resultado Final: *X Aprovado*

Parecer da Comissão Julgadora *

Excelente trabalho, contribuições relevantes para a área.

Eu, Elisabete Aparecida Fernandes da Silva Ramos, Técnico Acadêmico, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). São Paulo, aos 18 dias do mês de abril de 2008.

[Signature]
Denis Gabos

[Signature]
Marcos José Santana

[Signature]
Moacyr Martucci Junior
Orientador(a)

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

Título homologado pela Comissão de Pós-Graduação em *19/5/2008*

[Signature]
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

RODRIGO BELLOTTO CAMPACCI

***Handover Vertical em Redes NGN: Integrando a Sinalização do
Domínio de Comutação de Circuitos e o IMS***

Exemplar
Arquivo de Referência

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Título de
Mestre em Engenharia.**

**Área de Concentração:
Sistemas Digitais**

**Orientador:
Prof. Dr. Moacyr Martucci Júnior**

São Paulo

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Campacci, Rodrigo Bellotto

Handover vertical em redes NGN : integrando a sinalização do domínio de comutação de circuitos e o IMS / R.B. Campacci. -- São Paulo, 2008.

120 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1. Telefonia móvel 2. Redes multimídia 3. Handover 4. VCC 5. NGN I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II. t.

Dedico este trabalho à minha esposa Neila e a
meus pais Ernani e Sandra.

AGRADECIMENTOS

"If you can dream it, you can do it."

Walt Disney

A Deus, pela realização de mais um sonho realizado.

À minha esposa, Neila, pelo incentivo, apoio, dedicação e auxílio durante a confecção deste trabalho e em todos os momentos de nossa vida.

Aos meus pais, Ernani e Sandra, por me proporcionarem as condições para crescer, estudar, sonhar e, mais que isso, realizar meus sonhos. Também aos meus irmãos, Mauro e Taís, pelo carinho, compreensão durante minha época de ensino fundamental, médio e superior.

À AIESEC, por me proporcionar o contato com o estágio na PT Inovação, em Aveiro, Portugal.

À PT Inovação Brasil, em especial meu Diretor, João Mota, por permitir dedicar parte de meu tempo às pesquisas realizadas ao longo deste trabalho, bem como utilizar as soluções NGIN e SHIPNET para implementar a proposta aqui apresentada, disponibilizando *hardware* e *software* da empresa para isso. Também aos colegas João Paulo Firmeza e João Vitor Torres, por me acolherem no projeto SHIPNET como parte da equipe.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a meu orientador e amigo, Prof. Dr. Moacyr Martucci Júnior, pela orientação, compreensão e ensinamentos. Trabalhamos juntos desde meu projeto de formatura de graduação, em 2001. Que este obrigado, que já não é o primeiro, não seja o último, mas sim o início de uma duradoura parceria.

RESUMO

Este trabalho visa estudar e implementar a integração entre o domínio de comutação de circuitos e o IP *Multimedia Subsystem* (IMS) para suportar *handovers* verticais, ou seja, entre redes de acesso distintas, por exemplo, *Global System for Mobile communications* (GSM) e WiFi, em especial no Serviço *Voice Call Continuity* (VCC). Entretanto muito pouco é especificado sobre a integração entre os domínios nas normas das diversas entidades de padronização que tratam sobre o assunto.

Assim, apresenta-se uma proposta para essa integração, criando-se uma nova entidade funcional para realizá-la, o *Call Data Storage Function* (CDSF), que interage com os demais módulos do Serviço VCC e garante que algumas informações que devem ser trocadas entre os módulos não sejam perdidas, devido à conversão de protocolos de sinalização na interface entre tais domínios. O CDSF auxilia também no controle da alocação de endereços de referência utilizados no encaminhamento de chamadas de um domínio para o outro. São definidos os protocolos de acesso ao CDSF, bem como os métodos disponíveis. Em sua concepção, recorre-se a uma modelagem modular, que permite futuras melhorias, apenas por troca de módulos. Como estudos de caso para validar a proposta são apresentados cenários de chamadas que utilizam o Serviço VCC, passando pelo CDSF.

Por fim, conclui-se que a integração entre os domínios é viável se a proposta deste trabalho for utilizada. Também se demonstra que a separação dos planos de controle dos planos de dados (de usuário) é uma das contribuições fundamentais da arquitetura NGN para o sucesso de suas implementações, como por exemplo o IMS. Além disso, destacam-se as vantagens que o Serviço VCC pode agregar ao IMS, contribuindo para sua adesão em menor prazo pelas operadoras de telecomunicações, dado que esse serviço contribui para a integração de redes, cada vez mais convergentes, agregando mobilidade e continuidade à sua utilização.

Palavras-Chave: *Handover*. VCC (*Voice Call Continuity*). GSM (*Global System for Mobile communications*). IMS (*IP Multimedia Subsystem*). NGN (*Next Generation Networks*).

ABSTRACT

This work intends to study and implement the integration between the circuit switching domain and the IP Multimedia Subsystem (IMS) to support vertical handovers that are between different access networks, such as Global System for Mobile communications (GSM) and WiFi. Therefore the specifications are incomplete about this topic in standards from the entities who works with this subject.

Then, is presented a new proposal for this integration: a new functional entity to realize this integration: the Call Data Storage Function (CDSF), which interacts with other modules of VCC Service and guarantees that some information shared between modules are not lost, due to conversion of signalling protocols in the interface between domains. Besides that, CDSF helps in the control of allocation of reference address that are used to route calls from one domain to another. Access protocols to CDSF are defined and CDSF methods are exposed. The CDSF design uses a modular approach, which allows future improvements, just changing modules. As case studies to validate this work proposal, call scenarios are presented that uses the VCC Service, using CDSF.

Finally, it is concluded that the integration between domains is viable if this work proposal is used. It is presented, as well, that the separation between control plans and data plans is one of the main contributions of NGN architecture to the success of its implementations, like IMS. Furthermore, it is exposed the advantages that VCC Service can aggregate to IMS, contributing for more rapidly adoption by telecommunications operators, considering that this service helps the networks integration, adding convergency, mobility and continuity.

Keywords: Handover. VCC (Voice Call Continuity). GSM (Global System for Mobile communications). IMS (IP Multimedia Subsystem). NGN (Next Generation Networks).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Atividades realizadas e planejadas da ITU-T para as NGNs (ITU, 2005b)	22
Figura 2 – Separação de serviços e transporte na NGN (ITU, 2004b)	25
Figura 3 - Modelo Básico de Referência (BRM) NGN (ITU, 2004b).....	26
Figura 4 - Modelo funcional genérico (ITU, 2004b).....	28
Figura 5 - Ilustração da cooperação entre redes por camadas (ITU, 2004b)	30
Figura 6 - Cenário de rede multicamadas (ITU, 2004b).....	32
Figura 7 - Acesso aos serviços e à requisição de suporte (ITU, 2004b).....	33
Figura 8 - Relacionamento entre usuários, dispositivos e localizações (ITU, 2004b).....	34
Figura 9 - Arquitetura NGN (ITU, 2006a)	36
Figura 10 - Convergência de padrões e normas IMS (BOSWARTHICK, 2007).....	38
Figura 11 - Camadas IMS	42
Figura 12 - Componentes da camada de acesso (BUSHNELL, 2004, adaptado).....	42
Figura 13 - Componentes da camada de controle (BUSHNELL, 2004, adaptado).....	43
Figura 14 – Componentes da camada de aplicação (BUSHNELL, 2004, adaptado)	46
Figura 15 – Interação entre os componentes de uma rede IMS (BUSHNELL, 2004, adaptado)	47
Figura 16 – Arquitetura de referência do IM CN <i>Subsystem</i> (3GPP, 2007i).....	48
Figura 17 – Arquitetura de referência do serviço VCC (3GPP, 2007h).....	53
Figura 18 – Captura de tela do <i>software</i> do VCC UE para configuração de VDN e VDI.....	59
Figura 19 – DTF no controle das chamadas VCC (3GPP, 2007h).....	60
Figura 20 – Transferência de domínios com destino CS (3GPP, 2007h, adaptado).....	61
Figura 21 – Captura de tela do <i>software</i> do VCC UE para configuração de limiares de perda de sinal	62
Figura 22 – CDSF na arquitetura da aplicação VCC.....	65
Figura 23 – Exemplo de HTTP <i>Request</i> e <i>Response</i> do protocolo SMINT	67
Figura 24 – Diagrama de componentes do CDSF	69
Figura 25 – Diagrama de classes do CDSF	69
Figura 26 – Modelo de dados do CDSF	70
Figura 27 – Diagrama de <i>deployment</i> do CDSF.....	72
Figura 28 – Diagrama de seqüência da interação do CDSF com os demais módulos do serviço VCC	73
Figura 29 – Algumas combinações de etapas de uma chamada VCC.....	76
Figura 30 – Chamada originada no CS <i>domain</i> e <i>handover</i> para o IMS e depois para o CS <i>domain</i>	78
Figura 31 – Captura de tela do <i>software</i> do VCC UE em estado inicial	79
Figura 32 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>ObterTipoReferencia</i>	80
Figura 33 – Situação da tabela Referências após processar o método <i>ObterTipoReferencia</i>	80
Figura 34 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>GravarDadosChamadaCS</i>	81
Figura 35 – Situação da tabela Referências após processar o método <i>GravarDadosChamadasCS</i>	81
Figura 36 – Situação da tabela <i>Controle_de_Utilização</i> após processar o método <i>GravarDadosChamadasCS</i> ... 81	81
Figura 37 – <i>Dump</i> da mensagem SIP <i>Invite</i> enviada pelo S-CSCF ao VCC CSAF.....	82
Figura 38 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>LerDadosChamadaCS</i>	82
Figura 39 – Situação da tabela <i>Controle_de_Utilização</i> após processar o método <i>LerDadosChamadaCS</i>	82
Figura 40 – Captura de tela do <i>software</i> do VCC UE com chamada GSM em curso	85
Figura 41 – Captura de tela do <i>software</i> do VCC UE após <i>handover</i> para IMS	86
Figura 42 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>AjustarEstadoReferencia</i>	88
Figura 43 – Situação da tabela Referências após processar o método <i>AjustarEstadoReferencia</i>	88
Figura 44 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>ObterTipoReferencia</i>	88
Figura 45 – Situação da tabela Referências após processar o método <i>ObterTipoReferencia</i>	88
Figura 46 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>GravarDadosChamadaCS</i>	89
Figura 47 – Situação da tabela Referências após processar o método <i>GravarDadosChamadaCS</i>	89
Figura 48 – Situação da tabela <i>Controle_de_Utilização</i> após processar o método <i>GravarDadosChamadaCS</i> ... 89	89
Figura 49 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>LerDadosChamadaCS</i>	90
Figura 50 – Situação da tabela <i>Controle_de_Utilização</i> após processar o método <i>LerDadosChamadaCS</i>	90
Figura 51 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>AjustarEstadoReferencia</i>	93
Figura 52 – Situação da tabela Referências após processar o método <i>AjustarEstadoReferencia</i>	93
Figura 53 – Chamada recebida no CS <i>domain</i> e entregue no CS <i>domain</i> com <i>handover</i> para o IMS	95
Figura 54 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>ObterTipoReferencia</i>	96
Figura 55 – Situação da tabela Referências após processar o método <i>ObterTipoReferencia</i>	96
Figura 56 – <i>Log</i> do CDSF ao processar o método <i>GravarDadosChamadaCS</i>	96

Figura 57 – Situação da tabela Referências após processar o método GravarDadosChamadaCS.....	97
Figura 58 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método GravarDadosChamadaCS	97
Figura 59 – Log do CDSF ao processar o método LerDadosChamadaCS	98
Figura 60 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método LerDadosChamadaCS	98
Figura 61 – Log do CDSF ao processar o método GravarDadosChamadaIMS	99
Figura 62 – Situação da tabela Referências após processar o método GravarDadosChamadaIMS	99
Figura 63 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método GravarDadosChamadaIMS ..	99
Figura 64 – Log do CDSF ao processar o método ObterTipoReferencia.....	100
Figura 65 – Situação da tabela Referências após processar o método ObterTipoReferencia.....	100
Figura 66 – Log do CDSF ao processar o método LerDadosChamadaIMS.....	101
Figura 67 – Situação da tabela Referências após processar o método LerDadosChamadaIMS.....	101
Figura 68 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método LerDadosChamadaIMS.....	101
Figura 69 – Captura de tela do <i>software</i> do VCC UE recebendo uma chamada CS	102
Figura 70 – Log do CDSF ao processar o método AjustarEstadoReferencia.....	106
Figura 71 – Situação da tabela Referências após processar o método AjustarEstadoReferencia	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3G.IP	<i>3rd Generation Internet Protocol Forum</i>
3GPP	<i>3rd Generation Partnership Project</i>
3GPP2	<i>3rd Generation Partnership Project 2</i>
3pcc	<i>3rd party call control</i>
AAA	<i>Authentication, Authorization, and Accounting</i>
AMR	<i>Adaptative Multi-Rate</i>
AN	<i>Access Network</i>
Anatel	<i>Agência Nacional de Telecomunicações</i>
ANI	<i>Application Network Interface</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
AS	<i>Application Server</i>
AuC	<i>Authentication Centre</i>
B2BUA	<i>Back to Back User Agent</i>
BGCF	<i>Breakout Gateway Control Function</i>
BRM	<i>Basic Reference Model</i>
Camel	<i>Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic</i>
CAP	<i>Camel Application Protocol</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CDR	<i>Charging Detail Record</i>
CDSF	<i>Call Data Storage Function</i>
CEPT	<i>European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (Conférence européenne des Administrations des postes et des telecommunications)</i>
CGI	<i>Common Gateway Interface</i>
CLIP	<i>Calling Line Identification Presentation</i>
CL-PS	<i>Connectionless Packet Switched</i>
CN	<i>Core Network</i>
CO-CS	<i>Connection Oriented Circuit Switched</i>
CO-PS	<i>Connection Oriented Packet Switched</i>
CS	<i>Circuit Switched</i>
CSAF	<i>CS Adaptation Function</i>
CSCF	<i>Call Session Control Function</i>
CSI	<i>Camel Subscriber Information</i>
CSRN	<i>CS Domain Routing Number</i>
CTF	<i>Charge Trigger Function</i>
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
Diameter	<i>Upgrade from RADIUS</i>
DNS	<i>Domain Name Server</i>
DSF	<i>Domain Selection Function</i>
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
DTF	<i>Domain Transfer Function</i>
Edge	<i>Enhanced Data rates for GSM Evolution</i>
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FGNGN	<i>Focus Group on NGN</i>
GERAN	<i>GSM Edge Radio Access Network</i>
GII	<i>Global Information Infrastructure</i>
GMSC	<i>Gateway MSC</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSI	<i>Global Standards Initiative</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
gsmSCF	<i>Service Control Function for GSM</i>
gsmSSF	<i>Service Switching Function for GSM</i>
GUP	<i>Generic User Profile</i>
HLR	<i>Home Location Register</i>
HSS	<i>Home Subscriber Server</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IBCF	<i>Interconnection Border Control Function</i>

I-CSCF	<i>Interrogation CSCF</i>
IDP	<i>Initial Detection Point</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IM CN	<i>IP Multimedia Core Network</i>
IMRN	<i>IP Multimedia Routing Number</i>
IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i>
IM-SSF	<i>IP Multimedia Service Switching Function</i>
IN	<i>Intelligent Network</i>
INAP	<i>Intelligent Network Application Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IP-CAN	<i>Internet Protocol Connectivity Access Network</i>
ISC	<i>IMS Service Control</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
ISUP	<i>ISDN User Part</i>
ITU	<i>International Telecommunications Union</i>
ITU-T	<i>International Telecommunications Union sTandardization section</i>
JAIN	<i>Java APIs for Integrated Networks</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LSA	<i>Laboratório de Sistemas Abertos</i>
MAP	<i>Mobile Application Part</i>
MEGACO	<i>Media Gateway Control</i>
MExE	<i>Mobile Execution Environment</i>
MGCF	<i>Media Gateway Control Function</i>
MGW	<i>Media Gateway</i>
MIHS	<i>Media Independent Handover Services</i>
MMD	<i>MultiMedia Domain</i>
MRF	<i>Multimedia Resource Function</i>
MRFC	<i>Media Resource Function Controller</i>
MRFP	<i>Media Resource Function Processor</i>
MSC	<i>Mobile Switching Center</i>
MSISDN	<i>Mobile Subscriber ISDN Number</i>
NACF	<i>Network Attachment Control Function</i>
NAT	<i>Network Address Translation</i>
NGIN	<i>Next Generation Intelligent Networks</i>
NGN	<i>Next Generation Network</i>
NNI	<i>Network-Network Interface</i>
OCF	<i>On-line Charge Function</i>
OCN	<i>Original Called party Number</i>
OSA	<i>Open Services Access</i>
OSA SCE	<i>OSA Server Capability Server</i>
OSA-GW	<i>OSA Gateway</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
PABX	<i>Private Automatic Branch eXchange</i>
<i>P-CSCF</i>	<i>Proxy CSCF</i>
PDA	<i>Personal Data Assistants</i>
PDF	<i>Policy Decision Function (PDF)</i>
PL/SQL	<i>Procedural Language/SQL</i>
PLMN	<i>Public Land Mobile Network</i>
POA	<i>Point of Attachment</i>
PoC	<i>PTT over Cellular</i>
OS	<i>Packet Switched</i>
PSI	<i>Public Service Identity</i>
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i>
PTT	<i>Push-To-Talk</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
RACF	<i>Resource and Admission Control Function</i>
Radius	<i>Remote Authentication Dial-In User Service</i>
REL	<i>Release Call</i>
RFC	<i>Request For Comments</i>

RLC	<i>Release Call Complete</i>
RTCP	<i>Real-time Transfer Control Protocol</i>
RTDAP	<i>Real Time Access Data Protocol</i>
RTP	<i>Real-Time Transfer Protocol</i>
SCP	<i>Service Control Point</i>
S-CSCF	<i>Serving CSCF</i>
SDP	<i>Session Description Protocol</i>
SG	<i>Study Group</i>
SGBD	<i>Sistema Gerenciador de Banco de Dados</i>
SGW	<i>Signalling Gateway</i>
SHIPNET	<i>Service Handling on IP Networks</i>
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i>
SLEE	<i>Service Logic Execution Environment</i>
SMINT	<i>SMart INTerface</i>
SMP	<i>Serviço Móvel Pessoal</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
SoA	<i>Service-Oriented Architecture</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
STFC	<i>Serviço de Telefonia Fixa Comutada</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
THIG	<i>Topology Hiding Interface Gateway</i>
TISPAN	<i>Telecoms & Internet Converged Services & Protocols for Advanced Networks</i>
TS	<i>Teleservice</i>
UA	<i>User Agent</i>
UE	<i>User Equipment</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
UNI	<i>User Network Interface</i>
UPSF	<i>User Profile Server Function</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
UTRAN	<i>UMTS Terrestrial Radio Access Network</i>
VCC	<i>Voice Call Continuity</i>
VDI	<i>VCC Domain Transfer URI</i>
VDN	<i>VCC Domain Transfer Number</i>
VMSC	<i>Visited MSC</i>
VoIP	<i>Voice over IP</i>
WG	<i>Working Group</i>
WiFi	<i>Wireless Fidelity (IEEE 802.11b wireless networking)</i>
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access, Inc. (IEEE 802.16)</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivo	14
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Estrutura do Trabalho	17
2 CONCEITOS E NORMAS	18
2.1 Serviço	18
2.2 Serviços de <i>Intelligent Networks</i>	19
2.3 <i>Handover</i>	20
2.4 <i>Next Generation Networks</i>	21
2.4.1 <i>Histórico</i>	21
2.4.2 <i>Visão Geral</i>	22
2.4.3 <i>Requisitos e Características</i>	23
2.4.4 <i>NGN x OSI</i>	24
2.4.5 <i>Divisão das Funcionalidades Básicas e Modelo Básico de Referência</i>	24
2.4.6 <i>Modelo Funcional Genérico</i>	27
2.4.7 <i>Aspectos multicamada</i>	30
2.4.8 <i>Acesso aos serviços e requisição de suporte</i>	32
2.4.9 <i>Identificação e Localização</i>	34
2.4.10 <i>Comunicações de Emergência</i>	35
2.4.11 <i>Interação entre ambientes NGN e não NGN</i>	35
2.4.12 <i>Qualidade de Serviço (QoS)</i>	35
2.4.13 <i>Arquitetura NGN</i>	35
2.5 <i>IP Multimedia Subsystem (IMS)</i>	37
2.5.1 <i>Histórico</i>	37
2.5.2 <i>Visão Geral</i>	38
2.5.3 <i>Requisitos e Características</i>	39
2.5.4 <i>Arquitetura IMS</i>	41
2.5.5 <i>NGN x IMS</i>	48
3 O SERVIÇO VCC	49
3.1 Conceitos e Requisitos	49
3.1.1 <i>Seleção de Domínio</i>	50
3.1.2 <i>Ancoragem</i>	50
3.1.3 <i>Transferências de Domínio</i>	51
3.2 Arquitetura de Referência do Serviço VCC	52
3.2.1 <i>Entidades Funcionais</i>	54
3.2.2 <i>Pontos de Referência</i>	56
3.3 Fluxos de Informação e Procedimentos	57
3.3.1 <i>Registro</i>	57
3.3.2 <i>Originação</i>	57
3.3.3 <i>Recebimento</i>	58
3.3.4 <i>Transferência de Domínio</i>	59
3.4 Cobrança e Contabilização	63

3.5 Cenários Multi-Operadoras	64
4 PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO	65
4.1 Proposta de Integração CS domain e IMS.....	65
4.1.1 Considerações sobre Protocolos.....	66
4.1.2 Métodos do CDSF.....	67
4.1.3 Concepção do CDSF.....	68
4.1.4 Fluxo de Sinalização	72
4.2 Serviço VCC em Funcionamento	75
4.2.1 Cenário de Chamada Originada.....	77
4.2.2 Cenário de Chamada Recebida	93
4.2.3 Testes Realizados e Demonstrações.....	106
5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
5.1 Conclusões e Contribuições	107
5.2 Cumprimento do Objetivo e Ineditismo.....	108
5.3 Continuação do Trabalho	109
REFERÊNCIAS	111

1 INTRODUÇÃO

Para iniciar este trabalho, é preciso destacar o contexto social e tecnológico em que está inserido, dadas as transformações e evoluções que têm ocorrido nos últimos tempos.

“Atualmente vivemos em uma sociedade onde o foco principal é a informação. A sociedade de uma forma geral passou por uma grande evolução depois da sociedade industrial e pós-industrial e, atualmente, passa por mais uma evolução que é chamada de sociedade da informação. Na sociedade de informação atual, os usuários cada vez mais desejam obter, fornecer, compartilhar e interagir com informações e serviços com conteúdo multimídia, em qualquer lugar, a qualquer momento e utilizando qualquer dispositivo. [...]” (SERRA, 2006, p. 1)

Os sistemas de telecomunicações sofreram evoluções que começaram a permitir dispositivos e redes sem fio multisserviço, capazes de transportar dados, áudio, imagens e vídeos, incluindo radiodifusão e várias formas de acesso sem fio, suportando, com isso, aplicações móveis, interativas e multimídia. (KARAM, 2006)

Dado esse contexto, os sistemas de comunicações devem evoluir para um ambiente convergente, em que se possibilite o acesso a diversas tecnologias que permitam utilizar os mais diversos serviços.

Um dos grandes desafios é planejar a arquitetura desses sistemas convergentes e padronizá-las. Algumas entidades de normalização têm trabalhado nesse sentido.

Considerando o princípio de convergência tecnológica que se mostra cada vez mais necessária, é de suma importância que se mantenha a experiência do usuário do sistema durante uma troca de rede de acesso inalterada e sem interrupções. Por experiência do usuário entende-se o serviço em utilização, do ponto de vista do usuário. Por exemplo, durante uma chamada, a troca de rede de acesso não pode ser percebida pelo usuário, quer devido a interrupção do áudio quer devido a melhor ou pior qualidade do áudio após a troca.

Esta dissertação traz uma análise aprofundada do serviço que lida com a continuidade dos serviços prestados durante a troca de rede de acesso: o serviço *Voice Call Continuity* (VCC).

1.1 Objetivo

O principal objetivo desta dissertação é estudar a integração entre as redes de comutação de circuito e as redes de próxima geração (*Next Generation Networks* – NGN), em especial no Serviço VCC. Tal integração é deixada a critério dos implementadores das normas do *3rd Generation Partnership Program* (3GPP) que definem tal serviço (vide (3GPP, 2007h)). Por

isso, é apresentada neste trabalho, uma proposta para tal integração, que poderia ser utilizada, inclusive, para enriquecer as recomendações do 3GPP.

Outro objetivo é estudar os documentos de normalização para as redes de próxima geração. Além disso, analisar uma implementação do conceito de NGN, o *IP Multimedia Subsystem* (IMS). Com este estudo e análise, pretende-se criar subsídios para uma melhor divulgação dessas normas e implementações.

Este trabalho está em consonância com os demais trabalhos que vêm sendo desenvolvidos pelo grupo de pesquisadores do Laboratório de Sistemas Abertos (LSA) do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

O trabalho também está em consonância com as políticas da empresa onde o aluno trabalha (PT Inovação) de incentivo a pesquisa. Além disso, a empresa possui uma solução para redes IMS, chamada *Service Handling on IP Networks* (SHIPNET), para a qual este trabalho contribui com suas conclusões e propostas obtidas após a implementação do serviço de VCC.

1.2 Justificativa

“Na sociedade de informação atual, o acesso a serviços e/ou informações não mais se dá por meio de um único canal de comunicação e, muito menos fixamente” (SERRA, 2006, p. 3).

Com a evolução das telecomunicações, surgem diversas tecnologias que suportam mobilidade, serviços multimídia, serviços interativos, jogos e um grande número de outras aplicações.

Nesse cenário, vislumbra-se cada vez mais que as redes que suportam esses serviços e aplicações terão que ser unificadas de forma a poderem disponibilizar acesso a toda essa panóplia de aplicações que vêm surgindo e que deverão multiplicar-se exponencialmente no futuro.

Dada essa unificação, padronizações tornam-se necessárias, para que a interoperabilidade seja alcançada da melhor forma possível, sem que padrões fechados sejam utilizados, em acordos entre alguns fabricantes. O melhor caminho para essa evolução passa por utilizar-se um modelo de convergência padronizado por organismos internacionais.

A *International Telecommunications Union* (ITU), uma Agência das Nações Unidas, tem desenvolvido uma iniciativa de padronizar as NGNs, como assim chamam as redes descritas no parágrafo anterior.

Dado que os produtos do trabalho da ITU são normas e essas são recentes, é interessante um trabalho de divulgação das mesmas, que será realizado ao longo desta dissertação, com a apresentação de tais normas de NGN.

Além disso, diversos outros organismos de padronização estão trabalhando em arquiteturas de Redes que implementam os conceitos de NGN. Uma implementação de destaque e reconhecida pela própria ITU é o IMS, que também necessita de divulgação e por isso também é alvo de apresentação neste trabalho.

Dentro dessas arquiteturas, um serviço tem vital importância para seu correto funcionamento: o serviço VCC. Da mesma forma que nas redes celulares, por exemplo, onde o *handover* entre células é fundamental para garantir a mobilidade do usuário, nas redes NGN será importantíssimo garantir o *handover* entre tecnologias de acesso distintas.

Este trabalho tem o apoio da PT Inovação, empresa onde o autor trabalha e que proporciona a interação entre suas equipes e o meio acadêmico a fim de incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos.

A PT Inovação é fornecedora de *Intelligent Networks* (IN), utilizando uma solução chamada *Next Generation Intelligent Networks* (NGIN), que vai desde alguns elementos de rede necessários para a operação de uma IN, passa por ferramentas de *Customer Care* e *Self Care* e, finalmente, por diversos Serviços de IN (mais detalhes na seção 2.2).

A PT Inovação possui também uma solução para redes de próxima geração, em especial IMS, chamada SHIPNET. Tal solução é aderente a todas as normas e recomendações vigentes do 3GPP e do *Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks* (TISPAN) relacionadas ao IMS. Esta solução oferece módulos que tratam tanto a camada de acesso, de controle e de serviços. Alguns módulos são implementados pela própria empresa, outros são desenvolvidos em parceria com outras empresas, bem como outros são utilizados produtos de desenvolvimento comunitário. Um exemplo é o Mobicents, um servidor de aplicações *Open Source* (WIKIPEDIA, 2007).

A PT Inovação procura aproveitar seu *know-how* no desenvolvimento de Serviços de IN para desenvolver serviços IMS, sendo esse seu foco atual. Esta dissertação é fruto da interação entre as áreas que desenvolvem soluções para IN e IMS.

No capítulo 3 será exposto que o Serviço VCC necessita de um Serviço de IN, também chamado de *Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic* (Camel) *Service*, para encaminhar as chamadas realizadas pelo cliente até o IMS. Além disso, necessita de um serviço IMS articulado com todas as entidades da arquitetura IMS.

Juntando as soluções NGIN e SHIPNET, a PT Inovação pode oferecer uma implementação do serviço VCC que atenda a essas necessidades.

Entretanto, a especificação do Serviço VCC (3GPP, 2007h), não detalha a interface entre seus módulos, que conjugam atividades de um Camel *Service* (considerado parte do domínio de comutação de circuitos) com aplicações em um servidor de aplicações IMS.

Assim, este trabalho apresenta uma proposta para essa interface, utilizando uma nova entidade funcional, responsável por essa integração entre esses módulos que atuam em diferentes domínios.

Serão apresentados também fluxos de sinalização como estudo de caso detalhado de dois cenários principais de utilização do Serviço VCC, já considerando a proposta desenvolvida neste trabalho.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, com os seguintes conteúdos:

- Capítulo 1. Introdução: são apresentados os objetivos do trabalho, bem como se justifica o mesmo, através de uma visão geral do contexto da dissertação com enfoque no panorama tecnológico e a relevância do assunto desenvolvido;
- Capítulo 2. Conceitos e normas: são apresentados os conceitos relevantes para toda a dissertação, como Serviço, Serviço de IN e *Handover*. Além desses conceitos, são apresentadas as normas de NGN produzidas pela *International Telecommunications Union sTandardization section* (ITU-T) e o IMS, com base na padronização do 3GPP, *3rd Generation Partnership Project 2* (3GPP2) e *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI);
- Capítulo 3. O Serviço VCC: é analisado o serviço VCC da arquitetura IMS, com base na recomendação do 3GPP TS 23.206 (3GPP, 2007h) e TS 24.206 (3GPP, 2007k);
- Capítulo 4. Proposta de Integração: é descrita a proposta de integração entre o domínio de comutação de circuitos e o IMS e sua implementação, bem como são apresentados fluxos de sinalização detalhados, como estudo de caso da proposta apresentada;
- Capítulo 5. Considerações Finais: são apresentadas as considerações finais deste trabalho, indicando as principais contribuições, o cumprimento dos objetivos propostos e sugestões de continuação do trabalho.

2 CONCEITOS E NORMAS

Neste capítulo são apresentados conceitos relevantes para o desenvolvimento da dissertação, que são Serviço, Serviços de IN e *Handover*. A seguir será apresentada a especificação de NGN em normas do ITU-T. Será também apresentada a implementação de NGN das entidades 3GPP, 3GPP2 e ETSI, chamada IMS e baseado na padronização produzida pelas mesmas.

2.1 Serviço

“Serviço: uma componente do portfólio de escolhas oferecidas pelos provedores de serviço para um usuário, uma funcionalidade oferecida para um usuário.” (3GPP, 2007a, p. 23, tradução nossa).

“*Service Enabler*: uma capacidade ou habilidade, que pode ser utilizada, sozinha ou em conjunto com outros *Service Enablers*, para prover um serviço ao usuário final.” (3GPP, 2007a, p. 24, tradução nossa).

“Serviço: um conjunto estruturado de capacidades que suportam aplicações.” (ITU, 2000b, p. 10, tradução nossa).

Dadas essas definições de serviço das normas do ITU-T e do 3GPP e contextualizando-as ao mundo das telecomunicações, pode-se dizer que um serviço é uma atividade executada por uma operadora de telecomunicações, por seus funcionários e/ou equipamentos. Tal atividade também pode ser constituída por um conjunto de outros serviços, ou seja, o resultado do seu serviço agrega os resultados dos serviços por ela invocados. Esse serviço agregador por vezes é chamado de aplicação, em geral quando faz relação direta com o usuário final, o cliente da operadora de telecomunicações, por exemplo.

Nesta dissertação, tal termo é utilizado com ambos os sentidos, tendo em cada caso o esclarecimento necessário. É de se observar que em certas ocasiões não é relevante tal diferenciação, pois a mesma não é desejada.

Um exemplo de serviço é a oferta de chamadas de voz e outro é a oferta de mensagens curtas (*Short Message Service*, SMS), como são conhecidos comercialmente. Cada um desses serviços pode ser considerado serviços independentes, mas agregados podem ser chamados de Serviço Móvel Pessoal (SMP), no Brasil regulamentado pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). Por outro lado, o serviço de chamadas de voz pode ser

decomposto em serviço de comutação de circuitos (serviço básico, *Teleservice 11* – TS11 (3GPP, 2007b)) e serviço de identificador de chamadas (serviço suplementar, *Calling Line Identification Presentation* – CLIP (3GPP, 2006a)).

Em ambos os casos, é uma questão relativa ao nível de profundidade ou de abstração que se deseja dar ao texto, ou seja, SMP está em um nível superior e agregador, chamadas de voz figuram em um nível mais intermediário e TS11 e CLIP estão em um nível mais detalhado.

2.2 Serviços de *Intelligent Networks*

Os Serviços de IN pretendem centralizar a inteligência dos serviços prestados pela rede de telecomunicações de um operador em alguns elementos: os *Service Control Points* (SCPs), o nó principal da arquitetura IN.

Desde o encaminhamento de chamadas até serviços pré-pagos podem ser implementados em Serviços de IN dando à operadora liberdade em relação aos seus fornecedores de equipamentos de rede, pois cada um deles também implementa tais serviços, mas de forma particular aos seus equipamentos.

Isso não é interessante para a operadora, pois não pretende ser obrigada a vender esses serviços aos seus clientes conforme o fornecedor que suporta os mesmos. Um exemplo são os serviços suplementares, ativados por códigos especiais: um fabricante tem como código especial do desvio de chamadas #22 e outro fabricante utiliza #23. A operadora deseja ter os serviços que oferece uniformizados independente do fornecedor dos equipamentos de comutação, por isso a vantagem em centralizá-los utilizando IN.

Os Serviços de IN podem ser utilizados tanto em redes fixas como em redes móveis. Para implementá-los, os SCPs necessitam controlar as *Mobile Switching Centers* (MSCs) e o fazem utilizando um protocolo específico que permite o total controle dos serviços de telefonia básicos e suplementares que essas oferecem.

Esses protocolos podem ser o *Intelligent Network Application Protocol* (INAP) (ITU-T Série Q.1200, por exemplo, Q.1211 (ITU, 1993) e Q.1221 (ITU, 1997)) ou o Camel (3GPP, 2005a), sendo o primeiro mais antigo, oriundo das redes fixas, e o segundo uma evolução do primeiro, considerando adaptações para suportar mobilidade e outros detalhes das redes móveis, como *roaming* e outros mais.

Serviços de IN implementados em SCPs que utilizam o protocolo Camel são frequentemente chamados de *Camel Services*. Neste trabalho, em consonância com as especificações do

3GPP, será sempre utilizado o termo *Camel Service* para referir-se a um Serviço de IN. A substituição de um serviço que utilize Camel por um que utilize INAP, ou o contrário, apesar de não ser automática, é muito simples pois os protocolos são muito parecidos.

2.3 Handover

O termo *handover* surgiu na telefonia móvel celular como sendo o processo de transferência de uma chamada entre células de forma transparente para o usuário final quando em movimento, visando manter a qualidade da ligação. (FOROUZAN, 2006).

Handover é o termo britânico utilizado pelo 3GPP, ITU-T, entre outros e *handoff* é o equivalente americano, utilizado pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, *Internet Engineering Task Force (IETF)* e outros órgãos padronizadores.

A norma TR 21.905 (3GPP, 2007a) refere *handover* como a transferência da conexão de um usuário entre canais de rádio, dentro da mesma célula ou entre células. Também menciona a troca do sistema utilizado para fornecer a portadora.

Atualmente, esse termo se expandiu e existem outras definições complementares a *handover* que envolvem a troca de rede acesso e/ou tecnologia.

A norma TS 22.129 (3GPP, 2006b) divide o *handover* em: *intra Public Land Mobile Network (PLMN) handover* (troca de estação de acesso dentro da mesma rede, mesmo quando há troca de tecnologia), *inter PLMN handover* (troca de redes de mesma tecnologia) e *inter system handover* (troca de redes de tecnologia diferente, por exemplo, uma rede NGN e uma WiFi).

Na tese de (SERRA, 2006), em concordância com os trabalhos do IEEE802.21, *handover* é classificado em *handover* horizontal que é definido como a transferência de tráfego de serviço multimídia, interativo e móvel operando em uma mesma tecnologia, como por exemplo: a troca de células no caso de tecnologia celular ou a troca de área de cobertura no caso de tecnologia *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX, IEEE 802.16)*. E *handover* vertical que é definido como a transferência de tráfego de serviço multimídia, interativo e móvel operando em tecnologias diferentes, como por exemplo: troca de tecnologia celular para tecnologia de televisão digital.

Existe um grupo do IEEE, o *Media Independent Handover Services (MIHS – IEEE 802.21)*, trabalhando num padrão para definição de *handover* vertical, inclusive com definições de protocolos e trabalhos conjuntos com outros grupos do IEEE, do IETF e do 3GPP (GUPTA, 2006).

Nesta dissertação, o termo *handover*, quando não for especificado, será referente ao *handover* vertical, já que é objetivo do trabalho descrever um serviço que mantenha a continuidade de uma sessão IP Multimídia, inicialmente de voz, durante a ocorrência de ambas as categorias de *handover*. Entretanto, é dado maior enfoque ao *handover* vertical e dessa forma o mesmo pode ser subentendido.

2.4 Next Generation Networks

Será inicialmente apresentado um histórico sobre a NGN na ITU-T. Em seguida, uma visão geral do tema. Depois um resumo dos princípios gerais da NGN e o modelo de referência geral da NGN. Por fim, um resumo da arquitetura da NGN.

2.4.1 Histórico

O *Global Information Infrastructure Project (GII Project)* pode ser considerado o início dos trabalhos de padronização dentro da ITU-T. Lançado em 1995, com o objetivo de preparar normas para a era emergente da informação. Ele basicamente descreve “a provisão de vários serviços por uma variedade de provedores, sobre uma variedade de tecnologias de rede de diferentes setores da indústria”. (HEINISCH, 2006, p. 3)

Desde então, produziu diversas recomendações: Y.100 (ITU, 1998a), Y.101 (ITU, 2000a), Y.110 (ITU, 1998b), Y.120 (ITU, 1998c), Y.130 (ITU, 2000b), Y.140 (ITU, 2000c), dentre outras.

Ao mesmo tempo, novas tecnologias vinham surgindo, amadurecendo e ficando mais avançadas e complexas. Tais redes precisaram evoluir face às novas realidades das telecomunicações.

Particularmente a divisão entre telefonia e dados passa a não ser mais válida e surge a necessidade de que as redes em sua próxima geração fossem completamente convergentes.

Nesse cenário, a ITU-T iniciou o NGN 2004 Project. O *Study Group 13 (SG-13)* ficou encarregado de conduzir esse trabalho, mantendo-o sempre alinhado às propostas do GII.

Depois de produzir algumas recomendações já sobre NGN (Y.2001 (ITU, 2004a), Y.2011 (ITU, 2004b), entre outras), a ITU-T percebe a urgência do assunto e, em meados de 2004, cria um grupo para cuidar do assunto: o *Focus Group on NGN (FGNGN)*. Esse grupo produziu cerca de 20 recomendações e o objetivo é concluir ao todo 30 documentos,

distribuídos entre sete *Working Groups* (WG). O FGNGN realizou inclusive encontros com o IETF para organizar seus trabalhos e identificar áreas comuns onde podem atuar em conjunto, evitando trabalho duplicado.

No final de 2005 foi transferida a condução dos trabalhos para outro grupo, com caráter mais definitivo, o NGN *Global Standards Initiative* (GSI).

A Figura 1 ilustra o trabalho planejado para os anos de 2006 e 2007.

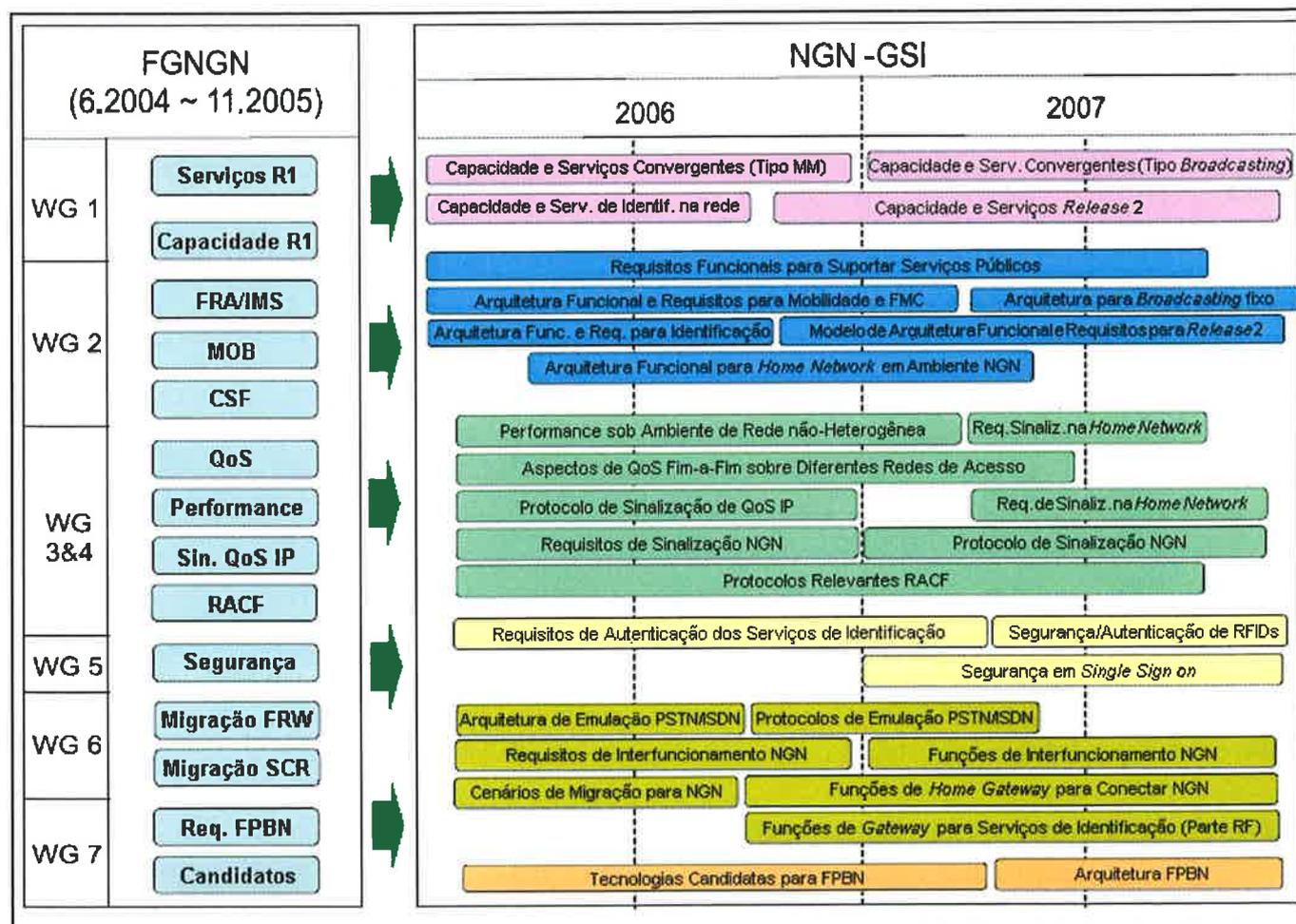


Figura 1 – Atividades realizadas e planejadas da ITU-T para as NGNs (ITU, 2005b)

2.4.2 Visão Geral

Considerando as realidades dos novos mercados caracterizados por fatores como: competição aberta entre operadores devido aos mercados desregulamentados, a explosão do tráfego digital, por exemplo, devido ao uso crescente da Internet, crescente demanda de novos serviços multimídia, crescente demanda por mobilidade generalizada, convergência de redes e

de serviços, entre outros, a NGN é concebida como uma concreta implementação da GII. Várias recomendações da ITU-T, da Série Y, disponibilizam os fundamentos da NGN. Entretanto, detalhes de implementação não foram adequadamente atendidos na GII. Como consequência, a NGN deve ser entendida como o passo seguinte na realização do conceito da GII (ITU, 2004a).

2.4.3 Requisitos e Características

Para realizar o conceito de GII, a NGN deve atender aos requisitos listados a seguir:

- Promover competição amigável;
- Encorajar investimento privado;
- Definir um *framework* para arquitetura e capacidades a fim de atender diversos requisitos regulatórios;
- Prover acesso aberto às redes;
- Assegurar oferecimento universal de acesso a serviços;
- Promover igualdade de oportunidades aos cidadãos;
- Promover diversidade de conteúdo, incluindo diversidade cultural e lingüística;
- Reconhecer a necessidade da cooperação global com particular atenção aos países menos desenvolvidos.

Além desses requisitos deve ter algumas características fundamentais:

- Transferências baseadas em pacotes;
- Separação das funções de controle entre transporte, chamadas/sessões e aplicações/serviços;
- Desacoplamento do oferecimento de serviços do transporte e disponibilização de interfaces abertas;
- Suporte a uma grande gama de serviços, aplicações e mecanismos baseados em blocos construtivos de serviços;
- Capacidade de banda larga com controle de qualidade de serviço (*Quality of Service*, QoS) fim-a-fim;
- Interfuncionamento com redes legadas via interfaces abertas;
- Mobilidade generalizada;
- Acesso irrestrito pelos usuários aos diferentes provedores de serviço;
- Vários esquemas de identificação;

- O mesmo serviço oferecido por diversos provedores deve ser percebido pelo usuário da mesma forma;
- Serviços convergentes entre redes fixas e móveis;
- Independência das funções relacionadas com serviços das tecnologias de transporte utilizadas;
- Suporte a múltiplas tecnologias de *last mile*¹;
- Conformidade com todas as regulamentações.

2.4.4 NGN x OSI

Os conceitos de arquitetura em camadas do *Open System Interconnection Basic Reference Model* (OSI BRM) aplicam-se ao conceito de NGN. Entretanto, algumas dificuldades são encontradas para utilizar exatamente o modelo de sete camadas sugerido pela norma X.200 (ITU, 1994):

- O número de camadas pode não ser igual a sete;
- A função de cada camada pode não ser igual ao OSI BRM;
- Certas condições ou definições podem não ser aplicáveis à NGN;
- Os protocolos envolvidos podem não ser protocolos OSI, o maior exemplo é o protocolo *Internet Protocol* (IP);
- Os requisitos de conformidade do OSI BRM podem não ser aplicáveis.

2.4.5 Divisão das Funcionalidades Básicas e Modelo Básico de Referência

Uma das principais características das redes NGN consiste na separação entre as funções que provêm os serviços e as funções de transporte, permitindo que o oferecimento e o desenvolvimento evoluam de maneira independente em ambas as funções.

Essa divisão é representada por dois blocos distintos ou estratos de funcionalidade. A função de transporte reside no estrato de Transporte e as funções de serviços relacionadas com as aplicações residem no estrato de Serviços.

A Figura 2 apresenta o relacionamento horizontal entre o estrato de serviços, dadas as diversas aplicações que o utilizam, e o estrato de transporte, dadas as tecnologias de

¹ Última milha, termo utilizado para referir-se ao último trecho da rede de acesso, entre os equipamentos do operador de telecomunicações e o cliente final. (WIKIPEDIA, 2008b)

transporte. Já a Figura 3 ilustra o relacionamento vertical entre os estratos de serviços e o de transporte, dados os planos comuns que os compõem.

O estrato de transporte provê conectividade usuário-a-usuário; conectividade de usuários a plataformas de serviços e conectividade de plataformas de serviços a plataformas de serviços. Em geral, qualquer dos tipos de tecnologia de rede é definida na camada de transporte, incluindo *Connection Oriented Circuit Switched* (CO-OS), *Connection Oriented Packet Switched* (CO-CS) e *ConnectionLess Packet Switched* (CL-PS).

O estrato de serviços provê os serviços de usuários (como serviços telefônicos, serviços de *web*, entre outros). Este estrato de serviços pode envolver um complexo grupo de plataformas de serviços distribuídos geograficamente ou simplesmente funções de serviços entre dois *sites* de usuários finais.

Adicionalmente, há um conjunto de funções de aplicação relacionadas com os serviços a serem invocados. Nesse estrato, serviços podem ser:

- Serviços de voz (incluindo serviço telefônico);
- Serviços de dados (incluindo serviços baseados na *web*);
- Serviços de vídeo (incluindo filmes e programas de televisão);
- Ou combinações (exemplo: serviços multimídia como telefone com vídeo e jogos).

Como há outras classificações de serviços (por exemplo: serviço *real-time/non-real-time*, serviço *unicast/multicast/broadcast*), a Figura 2 apresenta apenas uma lista de exemplos de serviços esperados para operar sobre redes de próxima geração.

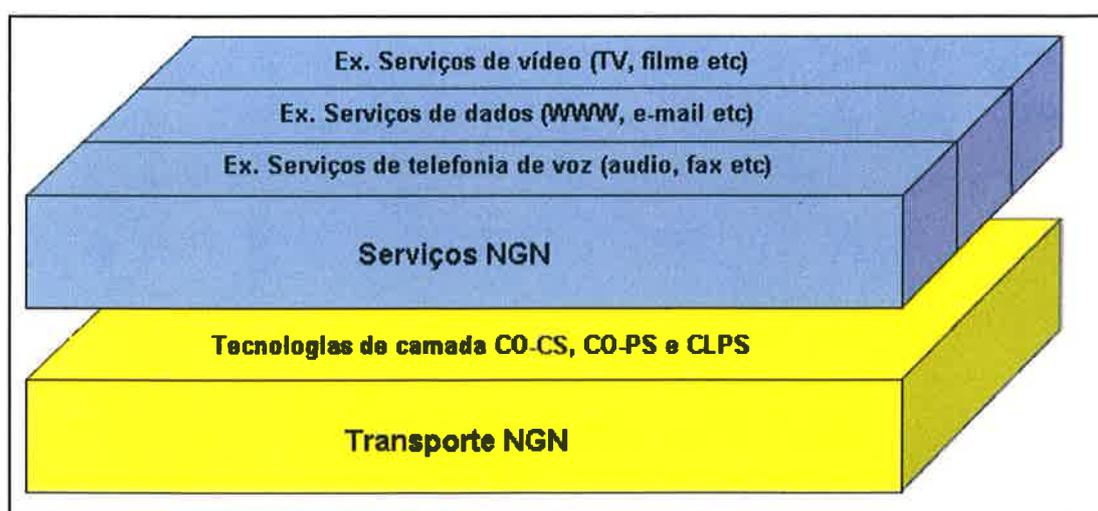


Figura 2 – Separação de serviços e transporte na NGN (ITU, 2004b)

Cada estrato é conceitualmente composto por um plano de dados (ou de usuário), um plano de controle e um plano de gerenciamento.

Em geral, cada estrato possui o seu próprio conjunto de regras e domínio administrativo. As regras envolvidas em prover serviços são independentes das envolvidas em prover conectividade de transporte. Tecnicamente, cada estrato deve ser tratado separadamente e isso é obtido separando o plano de usuário (ou dados) dos outros dois planos.

É importante notar que os planos de dados (ou usuário), controle e gerenciamento existem de forma lógica para todas as camadas. Na prática, o controle ou gerenciamento de um plano pode ser nulo para uma camada em particular. Além do que, na NGN, funções de planos de controle e gerenciamento, equivalentes em múltiplas camadas, podem ser instanciadas em um único protocolo.

Para ambos os estratos (de serviço e de transporte), o conceito geral da arquitetura dos planos de dados (ou usuário), controle e gerenciamento podem ser logicamente identificados, como apresentado na Figura 3.

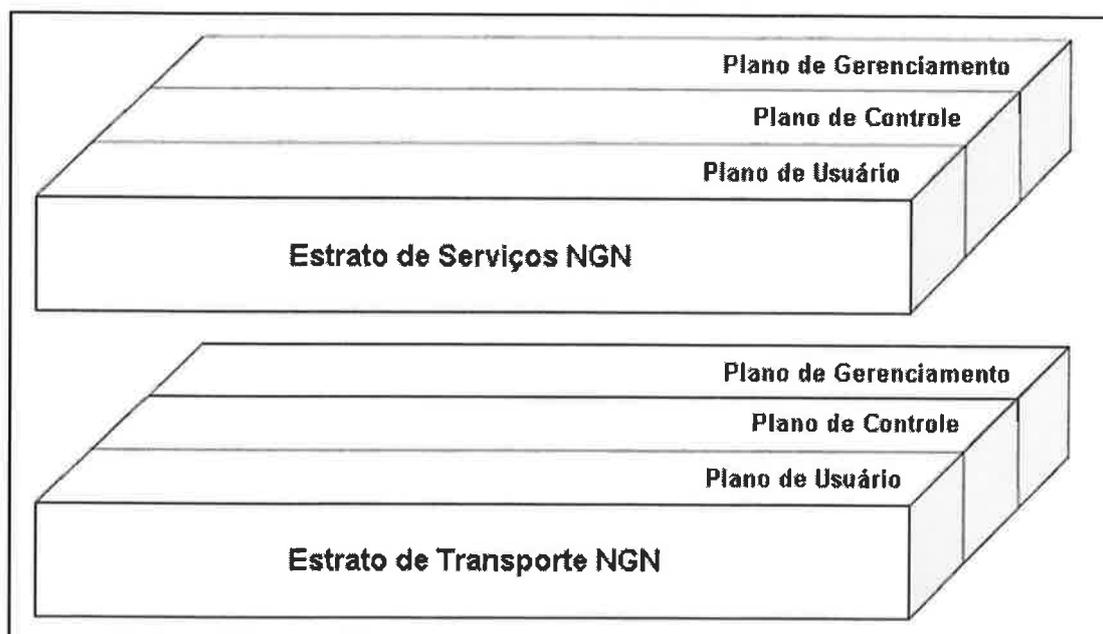


Figura 3 - Modelo Básico de Referência (BRM) NGN (ITU, 2004b)

É apresentado também na Figura 3 que além dos estratos de serviços e transporte serem desacoplados, os níveis de controle e gerenciamento de ambas as partes também são separados.

No contexto do gerenciamento e controle NGN considera-se:

- a) Plano de gerenciamento NGN: união entre o gerenciamento do estrato de serviços e o gerenciamento do estrato de transporte;

- b) Plano de controle NGN: união entre o controle do estrato de serviços e o controle do estrato de transporte.

Dessa forma, a definição permite a possibilidade de funções comuns para controle e gerenciamento. É importante ressaltar que o conceito dos planos NGN não implica em nenhuma integração vertical dos mesmos. Ele é introduzido para facilitar a transição da visão funcional para a visão de implementação dessa arquitetura, através da introdução da visão de gerenciamento e controle.

2.4.6 Modelo Funcional Genérico

A Figura 4 apresenta o modelo funcional genérico da NGN. Ao fundo, são representados os recursos, que são controlados pelas funções representadas à frente. Tanto os recursos como as funções podem pertencer ou ao estrato de transporte ou ao estrato de serviços. Nas próximas seções, serão detalhadas tais funções e recursos.

Utilizando-se das funções mencionadas anteriormente é possível construir os serviços oferecidos pelo estrato de serviços às aplicações que utilizam a NGN. Uma mesma função (por exemplo: autenticação de usuário) pode ser utilizada por dois ou mais serviços diferentes. Na Figura 4 são exemplificados alguns serviços que podem ser construídos através de tais funções para utilizar os recursos da NGN. Alguns deles podem ser:

- Serviço de infra-estrutura para aplicações, por exemplo, para controlar sua instalação (*deploy*) e correta execução e distribuição de carga, da mesma forma que um *Application Server* (AS);
- Serviço *middleware*, por exemplo, para implementar *Service Oriented Architecture* (SoA) (WIKIPEDIA, 2008c);
- Serviço básico que inclui serviço de telecomunicações, por exemplo, TS11;
- Serviços de armazenamento, por exemplo, discos rígidos virtuais ou *back-up* remoto;
- Serviços de processamento, por exemplo, antivírus remoto, renderização de animações, cálculos científicos intensivos, previsão meteorológica.

Funções

As funções de gerenciamento apresentadas na Figura 4, que interagem com os recursos, são utilizadas para a construção de serviços. As mesmas considerações se aplicam às funções de Controle e de Transferência no que relaciona interações com os serviços e recursos.

É conveniente agrupar essas funções em dois grupos distintos: um compreendendo todas as funções de controle e outro compreendendo todas as funções de gerenciamento. O agrupamento de funções do mesmo tipo (ou seja, controle e gerenciamento) permite definir o fluxo de informações entre funções de um grupo definido.

Funções de Controle

O suporte para serviços multimídia e outros tipos de serviços quando habilitam mobilidade generalizada requer funções de controle bem definidas, considerando que os serviços dependam dos recursos de rede alocados através do controle e/ou gerenciamento de funções.

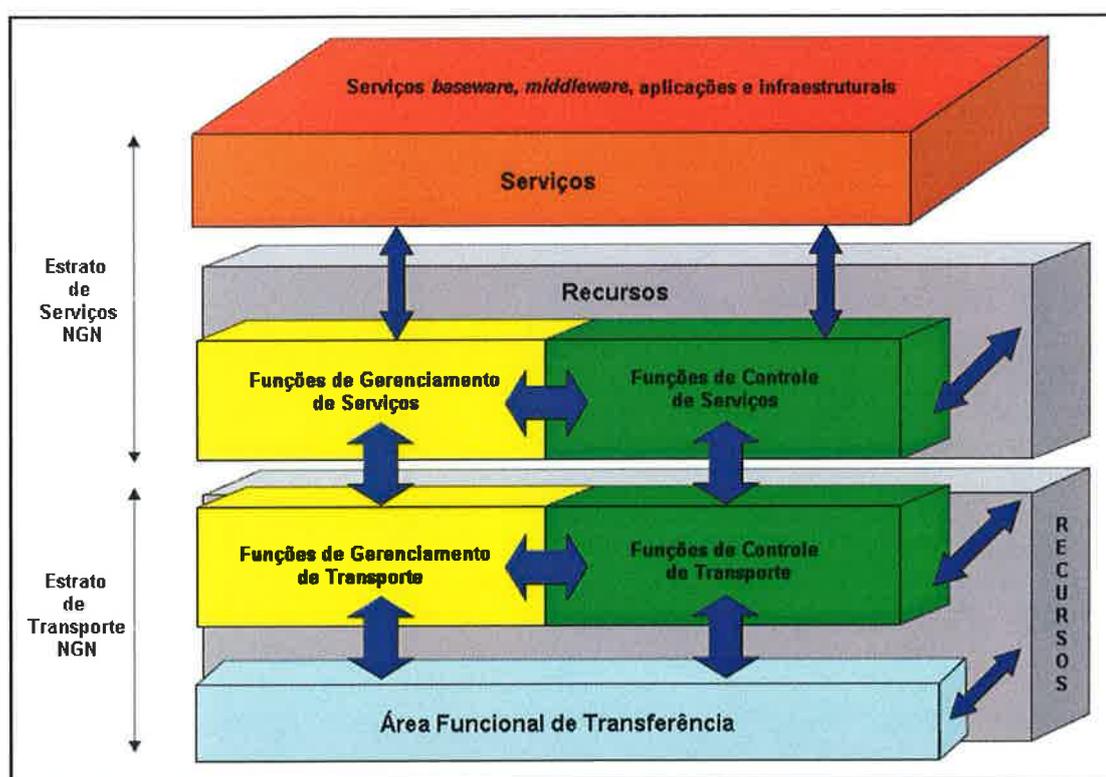


Figura 4 - Modelo funcional genérico (ITU, 2004b)

O estudo completo da invocação de serviços por um usuário final é um aspecto importante para o projeto das arquiteturas NGN. As funções de controle envolvidas no processo de “invocação” podem ser classificadas em:

- Funções relacionadas com o controle dos serviços: como por exemplo: autenticação de usuários, identificação de usuários, controle de admissão de serviços, funções de servidores de aplicação, etc;

- Funções relacionadas com o controle das redes de transporte: como por exemplo: admissão de rede, controle dos recursos de rede, provisionamento de conectividade dinâmica, etc.

Funções de Gerenciamento

É importante destacar que outras operações de clientes estão muito correlacionadas com a “invocação” de processos através da interação com a rede. Esses processos pertencem ao que se chama “Gerenciamento”.

É esperado que o gerenciamento de ambas as camadas (transporte e serviços) sejam similares no que diz respeito ao comportamento dos objetos de gerenciamento (como por exemplo, configuração de recursos de serviços *versus* configuração de recursos de transporte). O estado dos objetos de gerenciamento (isto é, seus atributos e notificações) certamente será diferente (como por exemplo: lista de objetos de serviços *versus* lista de objetos de conectividade de transporte em suporte aos serviços NGN).

Funções de Transferência

A função de transferência deve estar separada das correspondentes funções de controle e gerenciamento. A função de transferência está relacionada com o transporte de informações de usuários e também de informações de rede (como por exemplo: informações de gerenciamento e controle) entre diferentes pontos da NGN, quer sejam diferentes locais, equipamentos, servidores ou quaisquer outras entidades.

Recursos

Os recursos devem ser representados em todo o modelo NGN de forma separada das funções e serviços. Sem os recursos não é possível construir redes, iniciar conectividades e nem prover serviços.

Os recursos são os componentes físicos e não-físicos (lógicos) utilizados para a construção de redes, conectividade e serviços, como por exemplo: cabos, fios, enlaces de rádio, fibra óptica ou qualquer outro meio de transmissão, bem como elementos de armazenamento volátil ou não, como discos rígidos ou fitas, elementos de coleta de entrada (teclados, sensores e demais tipos de interfaces) e de saída (impressoras, monitores de vídeo, saídas de som) ou elementos de processamento, como propriamente os microprocessadores sozinhos ou clusters (*grids*) de computadores.

2.4.7 Aspectos multicamada

A natureza flexível e heterogênea da arquitetura NGN requer coordenação entre cada parte, ou seja, entre as camadas OSI BRM, entre camadas e componentes *core* e de acesso, entre redes de serviços, etc.

A relação e a interação, entre as várias camadas e componentes associados, requerem coordenação bem definida. Se as camadas trabalharem de forma independente, conflitos e ineficiências podem ocorrer. Em casos extremos poderá resultar em condições de *deadlock*.

Nas cooperações entre as camadas de rede, há duas entidades de controle: uma para controlar a camada de rede superior e outra para o controle da camada de rede inferior. A organização das redes dentro dessa hierarquia ocorre com o relacionamento de quem requisita e provê serviços entre as redes (ou seja, o nível de rede superior requisita serviços do nível de rede inferior). Há troca de informação (de recursos e topologia) entre essas duas entidades para a interação entre as redes.

A distinção entre duas camadas é mostrada na Figura 5. Nessa figura pode ser visto que um *hop*² (marcado em linha pontilhada) entre nós da camada de nível superior (cliente) pode gerar múltiplos *hops* (identificados em linha dupla) dentro da camada de nível inferior (servidor). A interação entre as duas redes nas bordas permite informar os recursos e topologia que serão comutados, o que é utilizado para coordenar as atividades.

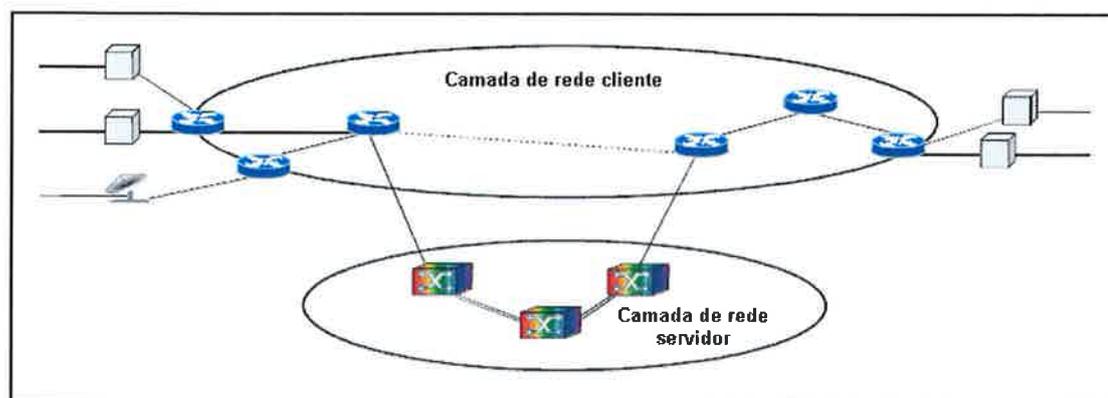


Figura 5 - Ilustração da cooperação entre redes por camadas (ITU, 2004b)

Um primeiro exemplo de divisão em camadas de redes é a demarcação entre redes de serviços e transporte. Entretanto, a divisão em camadas de redes pode também envolver divisão de

² *Hop* é um termo utilizado para indicar um passo entre um elemento de rede e outro, em geral representativo da distância não geográfica entre esses dois elementos, para efeitos de decisões de roteamento. (ATIS, 2001)

camadas recursivas. Essa recursividade pode resultar em uma instanciação do mesmo protocolo sendo utilizado na camada de rede do cliente e na camada de rede de serviços. Adicionalmente, uma rede simples, pode compreender múltiplas camadas de rede (isto é o que se denomina de rede de múltiplas camadas).

Interação Intracamadas e Intercamadas

Interação intercamadas ocorre entre duas camadas cliente/servidor distintas. Dependendo da interação intercamadas, interfaces internas e externas precisam ser definidas para a comutação de informações de controle, o que pode requerer extensões de protocolos existentes.

A informação trocada pode estar relacionada com dados de capacidades, topologia e informações de recursos providos da camada de rede servidora para a camada de rede cliente.

A interação intracamada ocorre entre entidades funcionais internas à mesma camada que objetiva suportar a existência de múltiplas redes em outra camada.

Exemplo de tal interação pode incluir funcionalidade de mapeamento de endereços quando espaços independentes de endereçamento são utilizados para diferentes redes (camadas).

Coordenação das Atividades

A coordenação entre entidades funcionais nas camadas de rede cliente e servidor é requerida para possibilitar:

- Suporte transparente e econômico de múltiplas camadas de rede cliente por uma única camada de rede servidora;
- Habilidade de negociar a alocação/realocação dinâmica na camada de rede servidora de acordo com a necessidade da camada de rede cliente;
- Manuseamento simultâneo e eficiente dos recursos de múltiplas camadas;
- Detecção de falhas e coordenação de diferentes mecanismos de recuperação;
- Separação virtual das entidades de controle, das funções de gerenciamento e policiamento para as diferentes camadas de rede cliente/servidor. Isto inclui espaço de endereçamento independente para diferentes redes (camadas).

Cenário multicamadas na NGN

A Figura 6 apresenta o cenário de rede multicamadas que pode estar presente na NGN. A interação funcional inter/intracamada é demonstrada através de entidades de controle distribuídas.

Adicionalmente, através da separação dos espaços de endereçamento das camadas de rede cliente e servidor, múltiplas camadas de rede cliente distintas podem ser facilmente acomodadas.

Interação intercamadas ocorre entre entidades funcionais no plano de controle de diferentes camadas. Interação intracamadas ocorre entre entidades funcionais no plano de controle na camada servidor a fim de suportar o plano de controle da camada cliente. As entidades de plano de controle nas camadas clientes interagem através da camada servidora como se as mesmas fossem adjacentes (setas pontilhadas).

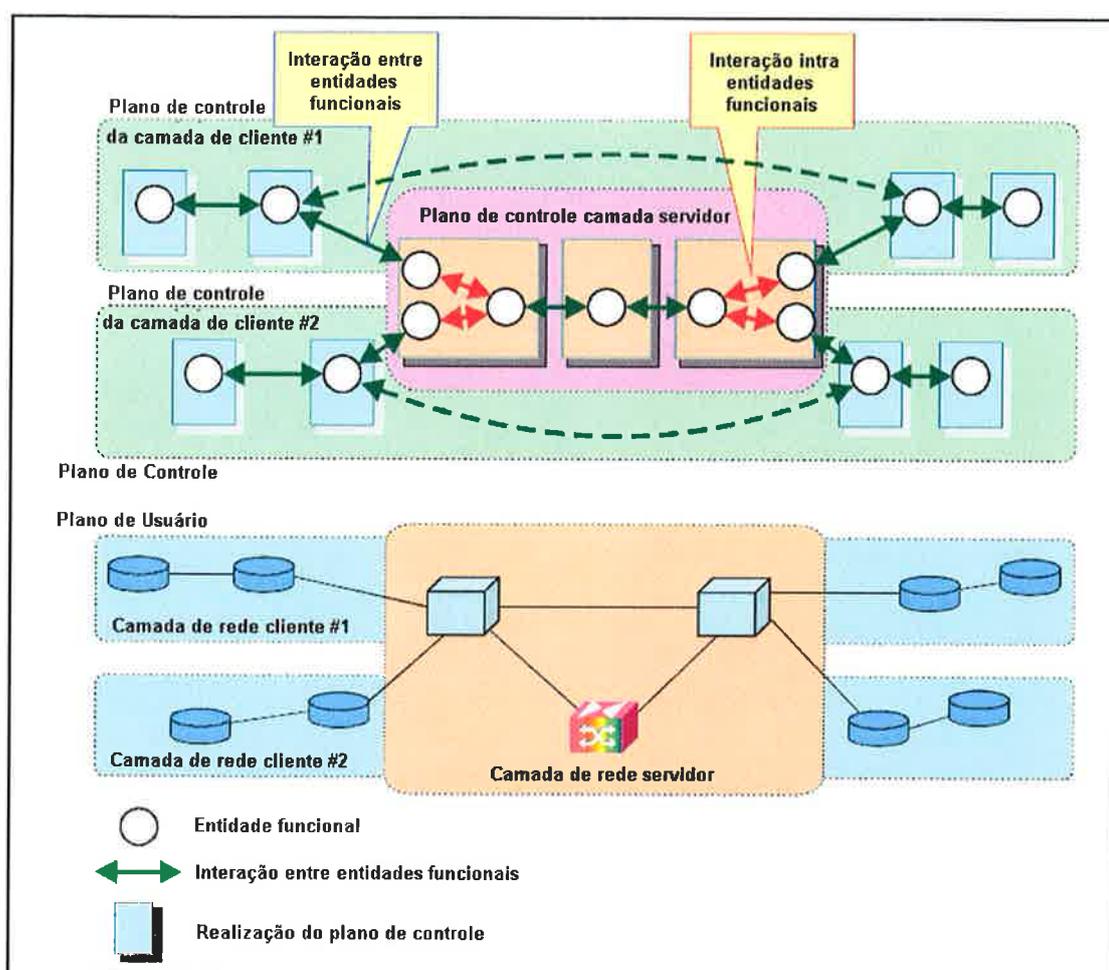


Figura 6 - Cenário de rede multicamadas (ITU, 2004b)

2.4.8 Acesso aos serviços e requisição de suporte

Suporte a um grande número de serviços, em particular serviços multimídia, é uma característica fundamental da NGN. Entretanto, a arquitetura funcional da NGN deve incluir múltiplos métodos de acesso a serviços e requisição de suporte a recursos.

Na rede *Public Switched Telephone Network* (PSTN), os usuários finais invocam os serviços desejados (por exemplo, estabelecendo uma chamada) através do envio de um sinal para a rede. Ao receber esse sinal, a rede atua em duas frentes, primeiro para estabelecer a chamada e segundo para prover os recursos necessários requeridos para essa chamada.

O serviço de voz das operadoras de telecomunicações, existente atualmente, baseia-se em princípios de “controle de chamada” ou “controle de sessão”, e utilizam “servidores de chamada”, “servidores de controle de sessão de serviços” ou entidades similares.

Para contrastar, serviços de dados são geralmente alcançados através do estabelecimento de sessão entre terminais e plataformas de serviços. Conseqüentemente são as plataformas de serviços que requisitam os recursos necessários.

Enquanto os serviços de conversação são suportados por recursos iniciados através de processos de sinalização (emitidos inicialmente por terminais de usuários finais), serviços de dados são suportados por recursos iniciados pela requisição da plataforma de serviços. Ambos os casos estão ilustrados na Figura 7.

Conseqüentemente, ambas as maneiras de requisição de recursos, através de uma sessão de uma entidade de controle ou através de uma plataforma de serviços, devem ser permitidas pela rede NGN.

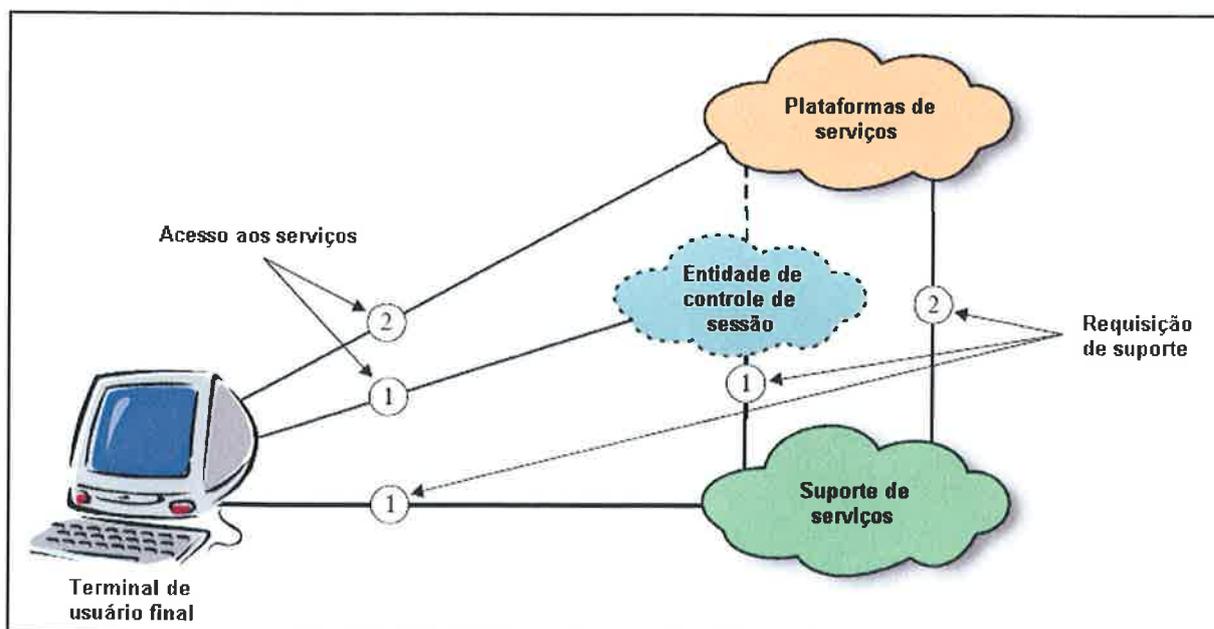


Figura 7 - Acesso aos serviços e à requisição de suporte (ITU, 2004b)

A Figura 7 mostra as formas para acessar serviços e requisitar suporte, considerando a arquitetura NGN. As linhas marcadas com “1” apresentam acesso aos serviços e requisição de suporte através do processo de sinalização emitido por terminais usuários e requisição de

suporte emitida pela entidade de controle de sessões e as linhas marcadas com “2” apresentam acesso aos serviços e requisição de suporte emitida pela plataforma de serviços.

2.4.9 Identificação e Localização

O advento da mobilidade de serviços, diferentes tecnologias e suas interações incrementaram a complexidade do tratamento de nomes, números e endereços.

Em termos gerais, a localização de um dado objeto de telecomunicações pode ser representada por um ponto de conexão física *Point of Attachment* (POA), no qual o referido objeto pode ser alcançado ou encontrado, conforme mostrado na Figura 8.

Não há relação fixa entre um dispositivo ou localização e um dado usuário. Dessa forma, relacionamentos temporários são formados para associar usuários e dispositivos bem como usuários e localizações temporariamente.

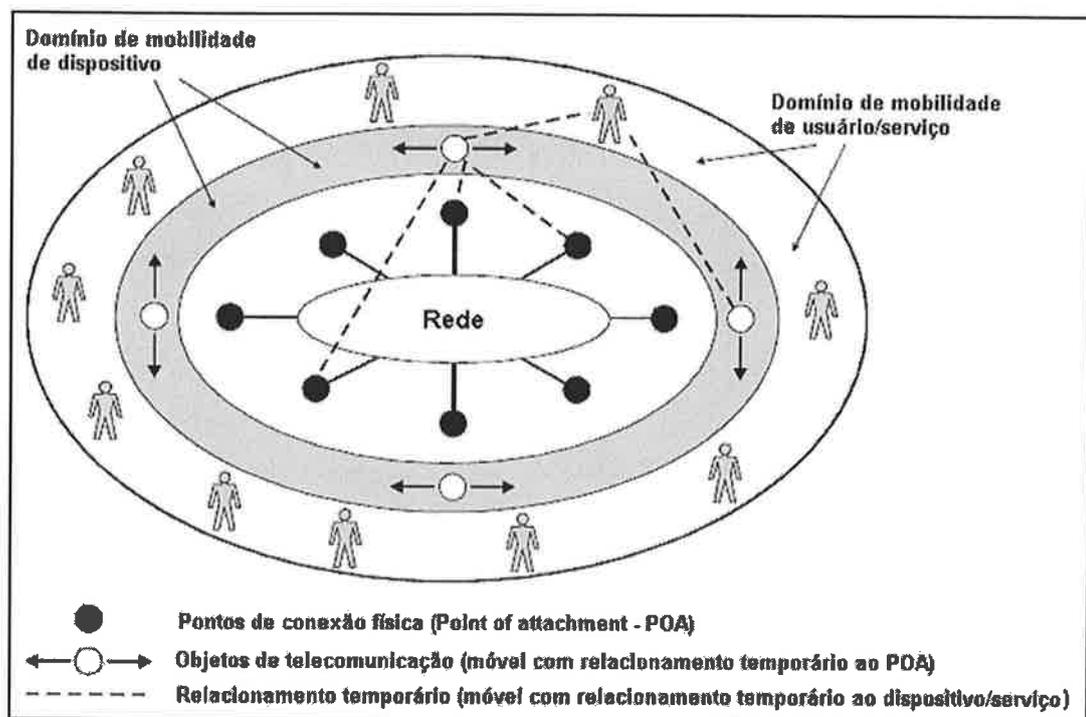


Figura 8 - Relacionamento entre usuários, dispositivos e localizações (ITU, 2004b)

Dessa forma, três conceitos diferentes precisam ser reconhecidos em uma NGN: usuários, dispositivos e localizações endereçáveis (pelas quais os usuários e/ou dispositivos podem ser alcançados).

2.4.10 Comunicações de Emergência

Comunicações de alta confiabilidade são necessárias para assegurar o bom trabalho das entidades responsáveis pela segurança pública e recuperação de desastres. As redes NGN devem considerar tais requisitos, ou seja, devem prover formas de garantir que tais tipos de comunicações de emergência sejam efetuadas.

2.4.11 Interação entre ambientes NGN e não NGN

Como a organização de outros ambientes que não NGN pode ser muito diferente da organização NGN, cada interação tem que ser analisada caso a caso, de forma a detectar os pontos de integração e interfuncionamento. É necessário garantir tal interfuncionamento para assegurar:

- Comunicações fim-a-fim para usuários de redes como a PSTN enquanto elas forem preservadas;
- Entrega de conteúdo para usuários da *Internet*, redes de televisão, entre outras;
- Implementação e instalação passo-a-passo das NGNs;
- Herança dos serviços “bem-sucedidos” das redes legadas.

2.4.12 Qualidade de Serviço (QoS)

A NGN deve ser capaz de suportar diversas composições de parâmetros de QoS a fim de adequar a QoS aos serviços suportados. Para isto é necessário definir:

- Classes de QoS para serviços de borda;
- Mecanismos de controle QoS;
- Arquitetura funcional de controle QoS;
- Sinalização e controle de QoS.

2.4.13 Arquitetura NGN

Juntamente com uma nova arquitetura, a NGN traz um nível adicional de complexidade além daquele das redes existentes. Em particular, o suporte para múltiplas tecnologias de acesso e mobilidade resulta na necessidade de suportar uma variedade de configurações de rede.

Essa arquitetura suporta a oferta de serviços que incluem multimídia, como serviços de conversação, e serviços de conteúdo, como vídeo *streaming* e *broadcasting*. Também é capaz de suportar a substituição de redes PSTN e *Integrated Services Digital Network* (ISDN), tanto para emulação (os clientes continuam com seus equipamentos antigos e o serviço prestado é idêntico ao anterior) como para simulação (os clientes possuem equipamentos novos, mas o serviço prestado é idêntico ao anterior).

Para oferecer esses serviços, muitas funções são necessárias nos dois estratos, de serviço e de transporte, como ilustrado na Figura 9.

A entrega de serviços e aplicações para o usuário final é realizada utilizando funções de suporte à aplicação, funções de suporte ao serviço e funções relacionadas de controle.

A interface com as aplicações é identificada como um ponto de referência, chamado de *Application Network Interface* (ANI), que disponibiliza um canal para interações e intercâmbios entre aplicações e elementos NGN.

O estrato de transporte provê serviços de conectividade IP para os usuários da NGN através do controle das funções de controle de transporte, incluindo funções de controle de conexão à rede (*Network Attachment Control Function* – NACF) e funções de controle de recursos e de admissão (*Resource and Admission Control Function* – RACF).

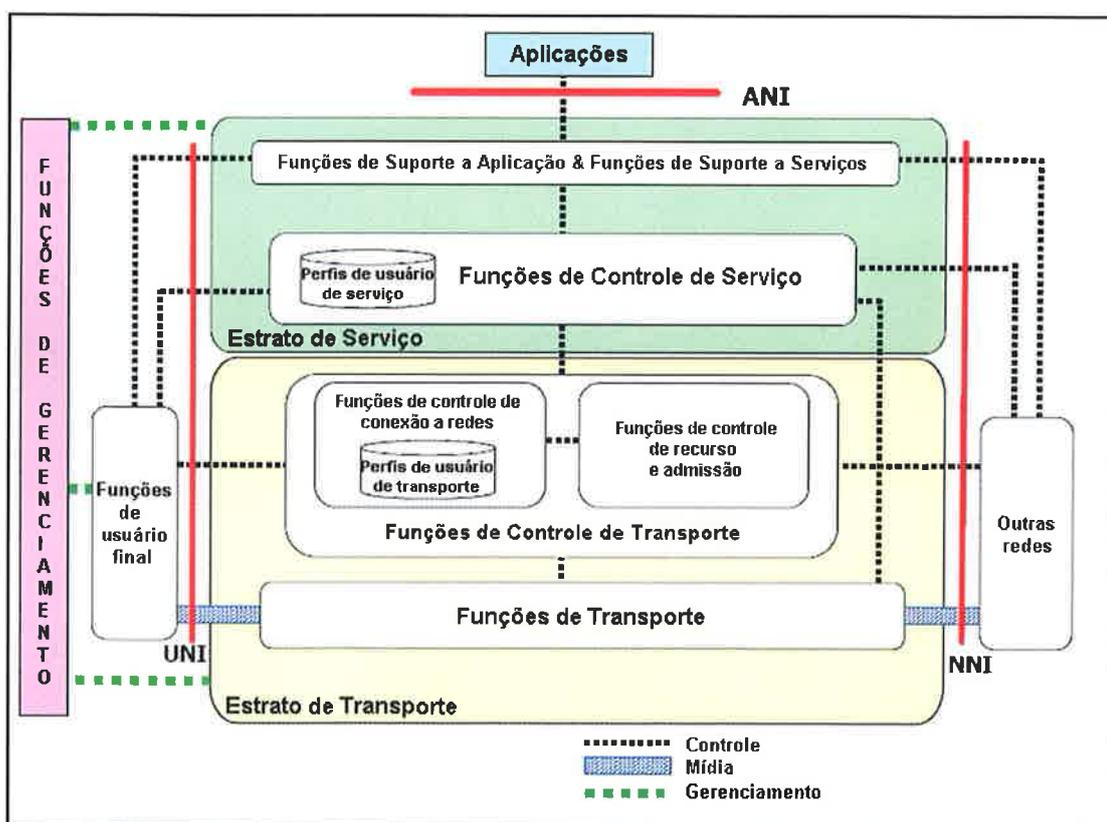


Figura 9 - Arquitetura NGN (ITU, 2006a)

2.5 IP Multimedia Subsystem (IMS)

Será inicialmente apresentado um histórico sobre o IMS. Em seguida, uma visão geral do tema. Depois um resumo dos requisitos e características do IMS. Por fim, um resumo da arquitetura dessa implementação de NGN.

2.5.1 Histórico

O IMS foi originalmente definido em 1999 pelo fórum *3rd Generation Internet Protocol Forum* (3G.IP) responsável por promover os sistemas de comunicação móvel baseados em IP. A arquitetura IMS foi incorporada na padronização das redes *Universal Mobile Telecommunications System* (UMTS) realizada pelo 3GPP na *Release 5*, quando os serviços multimídia baseados em *Session Initiation Protocol* (SIP) padronizados pelo IETF também foram incluídos.

O 3GPP é o grupo responsável pela padronização da evolução das redes *Global System for Mobile communications* (GSM). As redes GSM tiveram suas pesquisas iniciadas pela *European Conference of Postal and Telecommunications Administrations* (*Conférence européenne des Administrations des postes et des télécommunications*, CEPT) em 1982 e em 1989 foram transferidas para o ETSI. Em 1990 foi publicada a 1ª versão das especificações de rede GSM. Em 1991, foi lançada a 1ª rede GSM do mundo na Finlândia (WIKIPEDIA, 2008a).

O grupo 3GPP2 responsável pela padronização do sistema *Code Division Multiple Access* (CDMA) criou uma arquitetura baseada no IMS, chamada *MultiMedia Domain* (MMD), que oferece suporte às redes baseadas na tecnologia CDMA2000, evolução do padrão CDMA.

Nas versões seguintes o 3GPP incluiu o suporte as redes *Wireless Local Area Network* (WLAN) na *Release 6* e o suporte para as redes fixas na *Release 7* em parceria com o TISPAN.

Atualmente, o 3GPP tem trabalhado para garantir que a convergência vislumbrada através da utilização do IMS fique coberta pelas normas já em vigor elaboradas por diversos institutos. A Figura 10 ilustra o esforço dessas entidades para a convergência dos padrões de redes NGN. Na área das redes de cabo coaxial, para televisão a cabo, o CableLabs, na área de acesso sem fio, o WiMAX Fórum, nas redes fixas, o TISPAN, nas redes móveis, o 3GPP. Todos estes órgãos trabalham pela adoção do IMS como um padrão para o *Core* das redes de próxima geração e cada rede de acesso seja padronizada pelo seu respectivo fórum.

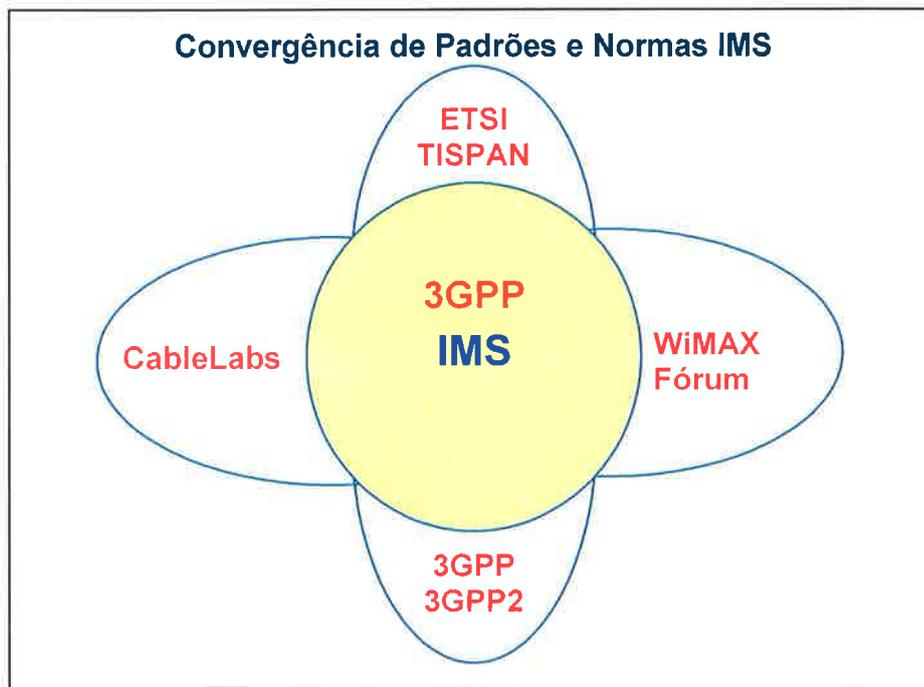


Figura 10 - Convergência de padrões e normas IMS (BOSWARTHICK, 2007)

2.5.2 Visão Geral

Serviços IP Multimídia não são a evolução dos serviços de comutação de circuitos, mas sim representam uma nova categoria de serviços, equipamentos móveis, capacidades / serviços básicos e expectativas dos usuários. Qualquer novo serviço multimídia, que pode ter um nome ou função similar a um serviço já normalizado, não necessariamente tem de ter a mesma aparência e experiência na perspectiva do usuário do serviço. Comunicação de Voz é um exemplo de serviço que pode ser oferecido como aplicação IP Multimídia, assim como seria oferecido como serviço de comutação de circuitos.

Esses serviços são suportados por sessões multimídia no *IP Multimedia Core Network Subsystem (IM CN Subsystem* ou IMS).

Uma rede 3GPP é dividida na parte de acesso, em geral via rádio, que é chamada de *Access Network (AN)* e na parte central, chamada de *Core Network (CN)*. Funcionalmente, o CN é dividido em um domínio de comutação de circuitos (*Circuit Switched Domain – CS Domain*), domínio de comutação de pacotes (*Packet Switched Domain – PS Domain*) e domínio de IP Multimídia IMS. Toda implementação de IMS requer pelo menos uma implementação de *PS Domain*.

Entretanto, esses serviços não necessitam de uma rede de acesso específica, ou seja, outras redes de acesso podem ser utilizadas, não vinculando o IMS às redes de acesso GSM Edge *Radio Access Network* (GERAN, onde EGDE significa *Enhanced Data rates for GSM Evolution*) e *UMTS Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) padronizadas pelo 3GPP.

Daí abre-se a possibilidade das operadoras de telecomunicações fornecerem aplicações totalmente novas, com novos valores agregados, além daqueles oferecidos por suas redes atuais em exploração.

Aliado a isso, o IMS tem sido padronizado com diversas interfaces abertas e, quando possível, similares às já utilizadas nas redes IP, especificadas pelo IETF, fazendo com que a criação de novos serviços e implantação dos mesmos na rede IMS se torne mais simples ao operador.

2.5.3 Requisitos e Características

As especificações do 3GPP provêm serviços de comunicação pessoal integrada. O sistema deverá suportar um grande leque de aplicações, desde aquelas que exigem pouca banda até aplicações que exijam muita capacidade de comunicação das infra-estruturas utilizadas, integrado com mobilidade pessoal e de equipamentos para atender os requisitos dos usuários e dos serviços atuais e futuros.

Essas especificações visam a realização de uma nova geração de tecnologia de telecomunicações móveis para um mundo onde as comunicações pessoais devem permitir chamadas de pessoa para pessoa, independente da localização, do equipamento utilizado, dos meios de transmissão (com ou sem fio) e da tecnologia escolhida. Tais serviços de comunicação pessoal podem ser baseados em uma combinação de acesso fixo e móvel para formar um serviço fim-a-fim transparente para o usuário.

São objetivos das especificações:

- Prover um sistema integrado onde o usuário pode acessar serviços de uma forma fácil e uniforme em qualquer ambiente;
- Permitir a diferenciação entre as ofertas de serviço de várias *serving networks* (redes visitadas) e *home environments* (redes originais ou de registro);
- Prover uma grande variedade de serviços de telecomunicações, incluindo os oferecidos por redes fixas e que exigem altas taxas de transferência (até 100Mbits/s) e os serviços específicos para redes móveis. Esses serviços devem ser disponibilizados nos ambientes residenciais, corporativos e públicos e em áreas de diversas densidades populacionais;

- Prover serviços através de diversos tipos de terminais: *hand helds*, portáteis, veiculares, móveis e fixos, em qualquer ambiente, contanto que o terminal tenha as capacidades necessárias;
- Prover suporte para usuários em *roaming*, capacitando os usuários para acessar os serviços disponibilizados por sua *home network* da mesma forma quando estão dentro ou fora dela;
- Prover áudio, dados, vídeo e serviços multimídia;
- Prover a introdução flexível de novos serviços de telecomunicações;
- Prover a um usuário doméstico a capacidade de acessar a todos os serviços da rede fixa enquanto caminha;
- Prover a um usuário do ambiente empresarial a capacidade de acessar a todos os serviços providos pela *Local Area Network* (LAN) e pelo *Private Automatic Branch eXchange* (PABX);
- Prover um substituto para as redes fixas, em áreas de diferentes densidades populacionais, de acordo com as autoridades reguladoras locais;
- Prover interfaces para suportar a utilização de terminais normalmente utilizados na rede fixa.

Alguns requisitos são específicos para suportar serviços IP Multimídia:

- Controle de Sessões IP Multimídia baseado no protocolo SIP (IETF, 2002);
- Todos os cenários de sessões devem ser suportados: móvel originando ou móvel recebendo sessões da *Internet/Intranet*, da comutação de circuitos ou de partes na rede ISDN ou PSTN;
- Suportar esquemas de numeração baseados em números de telefone (*Mobile Subscriber ISDN Number – MSISDN*) ou em SIP *Uniform Resource Identifiers* (URIs) (IETF, 1998);
- Controle de QoS, tanto no estabelecimento de sessões, quanto durante as sessões, de forma que a garantia de QoS fim-a-fim proporcione uma percepção do usuário similar àquela que o serviço fornecido pelo CS *domain*, por exemplo. Este controle deve estar disponível também nas situações de *roaming*;
- Deve ser possível a um operador limitar a visão da topologia de sua rede a seus usuários e a redes externas;
- Aplicações IP Multimídia podem, em princípio, não ser padronizadas, permitindo aos provedores de serviços variações. Entretanto, tais aplicações podem ser comerciais.

Para isso, é preciso garantir que toda implementação de IMS possua capacidades básicas para prover os serviços disponíveis no mercado;

- Uma arquitetura deve ser utilizada de forma a permitir máxima flexibilidade no equipamento do usuário final e nos servidores de rede, da mesma forma que os conceitos utilizados na *Internet*. Esse *framework* deve capacitar um operador a implantar serviços eficientemente de uma forma agnóstica à rede sem ter que esperar que o serviço seja padronizado pelo 3GPP;
- Devem ser disponibilizadas capacidades de serviço (*service capabilities*) que permitam controlar aplicações IP Multimídia. Camel (3GPP, 2005a), *Mobile Execution Environment* (MExE) (3GPP, 2007c), *Open Services Access* (OSA) (3GPP, 2007d) e outros *frameworks* devem ser atualizados para serem compatíveis com o IMS;
- Os dados relacionados aos usuários do IMS devem ser armazenados de forma centralizada, utilizando mecanismos do 3GPP (*Generic User Profile – GUP* (3GPP, 2005b));
- Devem existir mecanismos que permitam às redes ou às aplicações perceberem as limitações e capacidades do equipamento do usuário e tomar as ações apropriadas, como por exemplo, transmitir vídeo a cores apenas se o aparelho possuir uma tela colorida.

Quatro características principais da arquitetura IMS podem ser destacadas:

1. Utilização de interface padronizada e aberta permitindo a integração *plug-and-play* de qualquer tipo de aplicação;
2. Controle de sessão realizado por um elemento comum. Esta característica permite a total convergência e interação entre as aplicações da rede IMS;
3. Um banco de dados de assinante centralizado onde os dados de interesse do assinante são armazenados;
4. Interfaces totalmente independentes do dispositivo de acesso à rede permitindo que, independente da escolha do usuário, os serviços sejam entregues com a mesma qualidade.

2.5.4 Arquitetura IMS

A arquitetura IMS define um conjunto de funções que são agrupadas por interfaces padronizadas e abertas. A arquitetura IMS não define o *hardware* e cada função pode ser

implementada por mais de um elemento de rede assim como um único elemento pode realizar mais de uma função.

A arquitetura de serviços IMS se divide em três camadas bem definidas denominadas Camada de Acesso, Camada de Controle e Camada de Aplicação, conforme ilustrado na Figura 11.



Figura 11 - Camadas IMS

Camada de Acesso

Na camada de acesso se encontram os dispositivos e os meios de acesso à rede IMS. O acesso à rede IMS pode ser realizado por diversos métodos, mas sempre utilizando o padrão IP como base, como pode ser observado na Figura 12.

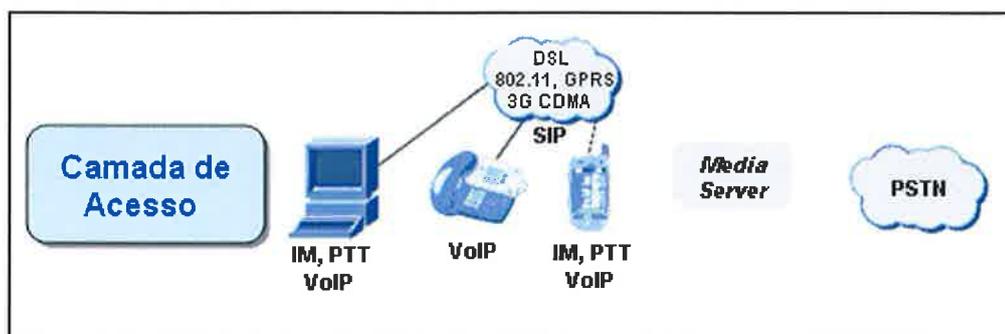


Figura 12 - Componentes da camada de acesso (BUSHNELL, 2004, adaptado)

Telefones celulares, computadores e *Personal Data Assistants* (PDAs) são alguns exemplos de dispositivos IMS que podem acessar diretamente a rede, mesmo quando o usuário estiver em *roaming*. O único requisito para estes dispositivos é que eles tenham um cliente SIP integrado.

As redes móveis (como CDMA2000, *General Packet Radio Service* - GPRS e UMTS), as redes sem fio (como WiFi e WiMAX) e as redes fixas (como por exemplo a família de técnicas de transmissão de dados *Digital Subscriber Line*, DSL) são todas redes de acesso suportadas pela arquitetura IMS. As redes de telefonia baseadas em comutação por circuito e outras redes *Voice over IP* (VoIP) não compatíveis com o IMS podem acessar a rede através de *gateways*.

Camada de Controle

A camada de controle é responsável pelo estabelecimento e controle das sessões e os principais elementos que compõem essa camada são descritos a seguir e ilustrados na Figura 13.

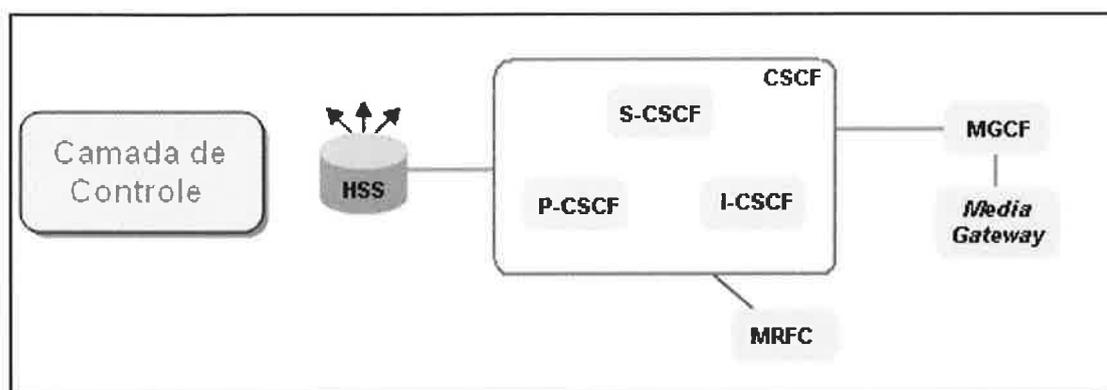


Figura 13 - Componentes da camada de controle (BUSHNELL, 2004, adaptado)

Base de Dados

Home Subscriber Server (HSS)

O HSS é a base de dados principal de uma rede IMS. As entidades que compõem a rede IMS utilizam este servidor para obter o perfil do usuário e todas as demais informações necessárias para o estabelecimento e gerenciamento da sessão multimídia. O HSS também é responsável pela autorização e autenticação do usuário na rede, desempenhando uma função semelhante ao *Home Location Register* (HLR), *Authentication, Authorization, and Accounting* (AAA) e *Authentication Centre* (AuC) nas redes GSM e/ou CDMA.

Controle de Sessões

Call Session Control Function (CSCF)

O CSCF é um conjunto de elementos que realizam as funções centrais do processo de sinalização de chamada SIP. Os elementos que compõem o CSCF são: S-CSCF, P-CSCF e I-CSCF.

O **Proxy CSCF** (P-CSCF) é um *Proxy* SIP. Ele é o primeiro ponto de contato dos terminais IMS na rede. Esse elemento pode estar localizado na rede visitada ou na rede local do usuário.

O endereço do P-CSCF é designado ao terminal IMS durante o registro na rede e pode ser configurado de forma estática no terminal ou pode ser informado via *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP).

O P-CSCF é responsável pelo encaminhamento das mensagens SIP entre os terminais e a rede IMS e pela geração de *Charging Detail Records* (CDRs).

O P-CSCF também pode incluir a função de *Policy Decision Function* (PDF) para controle de recursos e qualidade das chamadas e sessões.

O **Interrogating CSCF** (I-CSCF) também é um *Proxy* SIP. Ele é o primeiro ponto de contato de outras redes IMS com a rede local.

O endereço do I-CSCF é publicado no *Domain Name Server* (DNS) de domínio. Desse modo, outras redes IMS podem encontrá-lo e usá-lo como ponto de entrada para todo o pacote SIP. Numa rede IMS podem existir múltiplos I-CSCF.

O I-CSCF é responsável por designar um S-CSCF durante o registro de um usuário, encaminhar as mensagens SIP recebidas de uma rede vizinha e obter do HSS o endereço do S-CSCF que atende ao usuário.

A partir da *Release 6* do IMS o I-CSCF também pode ser utilizado para esconder das redes externas as informações internas da rede local. Esta função é chamada de *Topology Hiding Interface Gateway* (THIG). Na *Release 7* esta função foi removida do I-CSCF e implementada no *Interconnection Border Control Function* (IBCF), que funciona como um *gateway* para as redes externas provendo as funções de *Firewall* e *Network Address Translation* (NAT).

O **Serving CSCF** (S-CSCF) é o elemento central de sinalização em uma rede IMS. Ele é um servidor SIP, mas também possui a função de controle das sessões SIP. O S-CSCF está sempre localizado em sua rede local.

O registro SIP, o controle e roteamento de sessão e interação com os servidores de aplicação são as principais funções do S-CSCF. Ele também armazena localmente as informações do usuário recebidas do HSS.

O S-CSCF é responsável pelo encaminhamento das mensagens SIP para o servidor de aplicação apropriado para cada usuário. O servidor apropriado é escolhido através da definição dos critérios de filtro que são informados pelo HSS.

Policy Decision Function (PDF)

O PDF tem a função autorizar os requerimentos de QoS das aplicações na camada de conectividade IP. É utilizado para controle de banda, de *delay*, de taxa de transmissão de dados etc. Essa função pode ser incorporada pelo P-CSCF como prevê o 3GPP até a *Release 5* ou pode ser um elemento adicional segundo especificação do 3GPP2 e a *Release 6* do IMS.

Interação com Outras Redes de Telefonia Pública

Breakout Gateway Control Function (BGCF)

O BGCF é um servidor SIP com a capacidade de realizar roteamento de chamadas baseado em número de telefone. Esse *gateway* somente é utilizado para chamadas entre as redes IMS e redes baseadas em roteamento por circuito (PSTN e ISDN). Sua função é minimizar o percurso da chamada determinando em que ponto o acesso à rede de telefonia pública comutada deve ocorrer (se na mesma rede do BGCF ou em uma rede vizinha). Determinado o ponto de acesso à rede o BGCF encaminha a chamada para o MGCF.

Media Gateway Control Function (MGCF)

O MGCF é responsável pela conversão entre protocolos de controle de chamada ISDN *User Part* (ISUP, Q.762 (ITU, 2001), utilizado na rede de telefonia pública comutada) e SIP (utilizado nas redes IMS). Ele também realiza o controle das *Media Gateways* através do protocolo H.248, mais conhecido como *MEdia Gateway Control* (MEGACO).

Signalling Gateway (SGW)

O SGW faz a interface entre a sinalização da camada de transporte da rede comutada por circuito e o MGCF. Ele é responsável pela tradução dos protocolos ISUP/SS7 em ISUP/IP.

Servidores de Multimídia

Media Gateway (MGW)

A MGW faz a conversão dos codificadores de voz como, por exemplo, *Adaptive Multi-Rate* (AMR) usado na rede IMS e G.711 (ITU, 1972) utilizado na rede comutada para *Real-time Transfer Protocol* (RTP) conforme a RFC 3550 (IETF, 2003). Simplificadamente, uma MGW tem a capacidade de converter sinais analógicos de áudio em sinais digitais e após isso transportá-los sobre uma rede IP.

Multimedia Resource Function (MRF)

O MRF é quem provê recursos de mídia como reconhecimento de voz, conferência multimídia, anúncios e conversão de texto para voz para os usuários IMS. Cada MRF é dividido em *Media Resource Function Controller* (MRFC) e *Media Resource Function Processor* (MRFP).

A função do MRFC é de controlar o MRFP através do protocolo MEGACO/H.248 e a função do MRFP é a de implementar todas as funções relacionadas aos recursos de mídia de uma rede IMS.

Camada de Aplicação

A camada de aplicação contempla as plataformas de serviço conhecidas como *Application Servers* (AS), ilustradas na Figura 14.



Figura 14 – Componentes da camada de aplicação (BUSHNELL, 2004, adaptado)

Os servidores da camada de aplicação fazem a interface com a Camada de Controle através da interface *IMS Service Control* (ISC), que é implementada em SIP, e podem estar fisicamente localizados na própria rede IMS do usuário ou em uma rede IMS de um parceiro comercial. Esta flexibilidade permite aos desenvolvedores de aplicação a rápida integração de novos serviços à rede.

Os AS podem ser classificados em três tipos: SIP AS (nativos da arquitetura IMS), *IP Multimedia Service Switching Function* (IM-SSF) e *Open Service Access Gateway* (OSA-GW, também chamado de *OSA Server Capability Server* – OSA SCE).

O SIP AS é um servidor de aplicações, podendo ser utilizada qualquer tecnologia desta área, capaz ao menos de interpretar a interface ISC. Em geral, são utilizados servidores *Java Application Programming Interfaces (APIs) for Integrated Networks Service Logic Execution Environment* (JAIN SLEE).

O IM-SSF possibilita o acesso às lógicas de serviço que estão em SCP legados, implementando o modelo de controle de chamadas das IN sobre a sinalização SIP, recebida na interface ISC, dialogando em INAP ou *Camel Application Protocol* (CAP) com os SCPs.

O OSA-GW tem como propósito fornecer acesso às aplicações OSA, de acordo com o *framework OSA/Parlay* (3GPP, 2007l).

As aplicações mais divulgadas para as redes IMS são: Serviços de Localização, Conferência de Chamada, *Push-to-Talk* (PTT) ou *PTT-over-Cellular* (PoC), Serviço de Mensagem Instantânea, Serviços baseados em Presença, Serviços Pré-Pagos, Serviços Corporativos, entre outras.

A interação entre as Camadas da rede IMS e seus componentes podem ser visualizadas de forma simplificada na Figura 15, que é uma visão conjunta das três figuras anteriores.

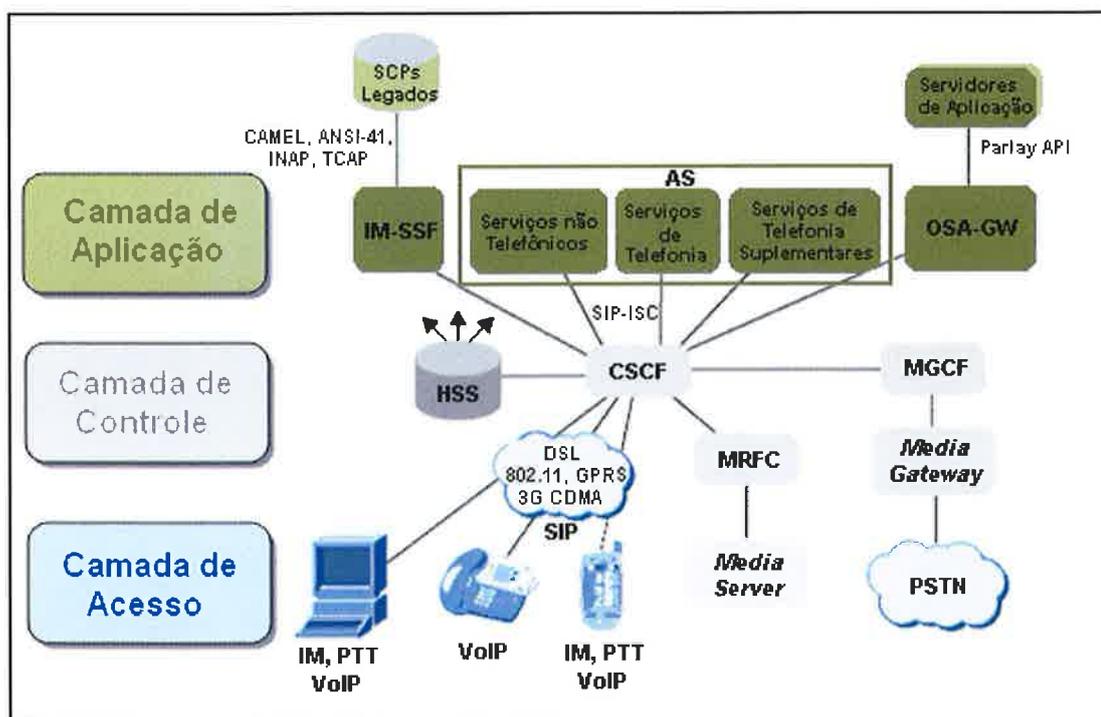


Figura 15 – Interação entre os componentes de uma rede IMS (BUSHNELL, 2004, adaptado)

Nas normas do 3GPP, identificam-se detalhadamente cada uma das interfaces envolvidas no IMS, utilizando-se como ponto de partida o esquema da Figura 16, que é mais detalhada que a Figura 15.

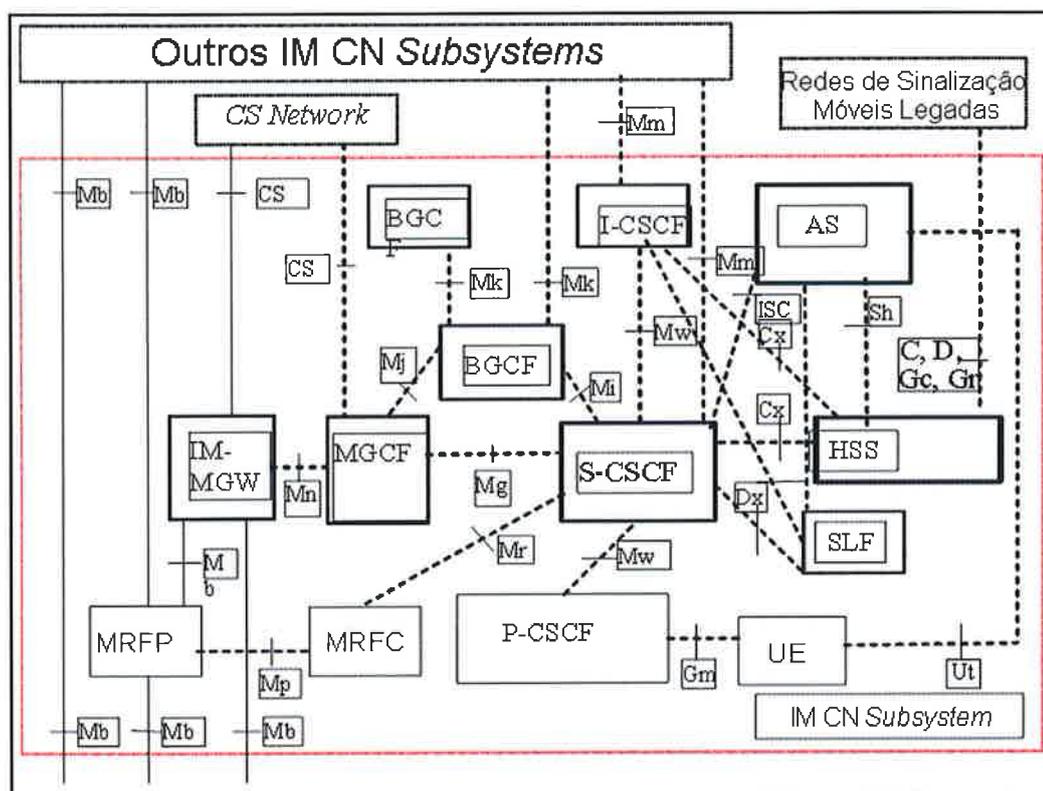


Figura 16 – Arquitetura de referência do IM CN Subsystem (3GPP, 2007i)

2.5.5 NGN x IMS

A recomendação do ITU-T Y.2021 (ITU, 2006b) descreve como o IMS pode ser utilizado no contexto da NGN seguindo os princípios fundamentais das recomendações Y.2001 (ITU, 2004a) e Y.2011 (ITU, 2004b), para prover o componente de serviços IP multimídia da arquitetura funcional da NGN (ITU, 2006a).

Em resumo, o IMS é formado por entidades funcionais que juntas podem prover suporte ao estrato de serviços da NGN (seção 2.4.5).

A recomendação ITU-T Y.2021 (ITU, 2006b) faz uma comparação com os módulos descritos na seção 2.5.4 Arquitetura IMS propostos na especificação TS 23.002 (3GPP, 2007e), com os módulos necessários para transformar o IMS em uma arquitetura compatível a NGN. Poucas diferenças são encontradas e alguns pontos a evoluir são identificados.

3 O SERVIÇO VCC

Dentro das arquiteturas NGN e IMS apresentadas anteriormente, um serviço tem vital importância para seu correto funcionamento: o serviço de *Voice Call Continuity* (VCC (3GPP, 2007h)). Da mesma forma que nas redes celulares, por exemplo, onde o *handover* entre células é fundamental para garantir a mobilidade do usuário, nas redes NGN será importantíssimo garantir o *handover* entre tecnologias de acesso distintas.

Nas especificações do 3GPP o VCC é definido como a capacidade de prover a continuidade entre os serviços de voz do domínio de comutação de circuitos (TS11 (3GPP, 2007b), por exemplo) e o componente de conversação *full duplex* do serviço de telefonia do IMS sem impactos negativos na experiência do usuário do serviço de voz. Não deve existir interrupção no serviço prestado e o equipamento utilizado deve ser o mesmo. Além disso, tal serviço de continuidade pode ser provido tanto quando um usuário está na rede do seu provedor de serviço (em *home*) quanto quando estiver fora da mesma (em *roaming*).

Esse é o desafio a ser vencido: “*Voice Call Continuity feature which provides the capability to transfer the path of an existing voice call between a 3GPP CS system (GSM/UMTS) and IMS, and vice versa.*” (3GPP, 2007h, p. 6). Ou seja, o serviço VCC deve manter o caminho, o circuito, a conexão entre a origem e o destino, sem impactos da mudança do equipamento do usuário entre os domínios de rede. Essa característica é muito importante para as redes IMS e pode ser fator importante na decisão dos operadores para começarem a utilizar tais redes.

3.1 Conceitos e Requisitos

O serviço VCC é uma aplicação IMS da rede *home* do cliente, ou seja, é uma funcionalidade oferecida pela prestadora de serviços de rede original do cliente. Tal aplicação provê a capacidade de transferir uma chamada de voz entre domínios (comutação de circuitos e IMS), além de permitir a originação e recepção de chamadas.

A funcionalidade de continuidade de chamadas recorre à aplicação VCC da rede IMS e também a uma aplicação no equipamento do usuário (*User Equipment – UE*). Sendo assim, apenas equipamentos que possuam tal aplicação é que serão capazes de utilizar tal serviço. Os equipamentos com tal característica são chamados de VCC UE.

É importante que o VCC UE suporte tecnologias de rádio que possibilitem a transmissão simultânea de comutação de circuitos e de pacotes. Entretanto, as especificações atuais do

3GPP não prevêem transmissão simultânea de chamadas de voz em modo circuito e acessos à rede em modo pacotes. Assim, o terminal deve ter capacidade de atingir o *Core* da rede IMS sem ser via rede 3GPP, por exemplo, utilizando uma rede WiFi.

3.1.1 Seleção de Domínio

A escolha de domínio para se realizar, receber ou transferir a chamada pode utilizar as seguintes informações:

- O estado do VCC UE no CS *domain*, que pode ser *Detached* ou *Attached*;
- A capacidade do VCC UE de suportar serviço de telefonia da rede IMS, pois o mesmo pode estar em uma região em que não sejam atendidos os parâmetros de QoS suficiente para transportar voz com a devida qualidade, ou algum outro problema que afete sua capacidade de originar ou receber chamadas IMS;
- O estado do VCC UE na rede IMS, que pode ser *Registered* ou *Unregistered*;
- O último tipo de rede de acesso utilizado quando o cliente esteve registrado na rede IMS;
- Preferências do usuário e políticas da operadora;
- O domínio utilizado por uma chamada existente e já ancorada na aplicação VCC.

Caso a entrega da chamada em certo domínio falhe, é possível re-tentar em outro domínio, conforme a preferência do usuário e a política da operadora. Entretanto, é preciso evitar que essa re-tentativa ocorra muitas vezes, evitando um laço infinito.

3.1.2 Ancoragem

As chamadas realizadas pelo VCC UE são ancoradas na aplicação VCC da rede IMS *home* do cliente. O mesmo é feito para as chamadas recebidas pelo VCC UE. Tanto as chamadas que utilizam o CS *domain* quanto as que utilizam o IMS *domain* são ancoradas na aplicação VCC. É a ancoragem da chamada que permite que seja realizada a troca de domínios quando for identificada tal necessidade. Assim, ancoragem é um procedimento que informa a aplicação VCC que uma chamada está sendo realizada, tanto recebida como originada, tanto no CS *domain* quanto no IMS, e que ocorre apenas uma vez por chamada. Sem a ancoragem, não é possível realizar a transferência de domínio quando necessário, ou seja, uma chamada que não for ancorada, não poderá usufruir do serviço de continuidade de chamada, caso ocorra mudança de domínio.

O termo ancoragem é geralmente utilizado na literatura IMS e SIP para indicar que a chamada será controlada pela aplicação que recebeu tal ancoragem. Uma chamada está ancorada em uma aplicação, quando essa atua como um *Back to Back User Agent* (B2BUA) (IETF, 2002), ou seja, para a origem (cliente) atua como um servidor e para o destino (servidor) atua como um cliente. Assim, esta aplicação pode controlar a chamada e todos os seus detalhes. Todas as mensagens SIP que forem trocadas entre origem e destino passarão por essa aplicação que atua como um *proxy*, pois pode alterar qualquer parâmetro das mensagens SIP para ter controle total da sessão ou mesmo bloquear alguma mensagem ou criar outras.

Todas as chamadas que pretenderem utilizar a funcionalidade de VCC devem utilizar um SIP *Proxy* (CSCF na arquitetura IMS) que consiga controlar a chamada. As chamadas que foram realizadas no CS *domain* têm que recorrer a uma MGW para poder ter seu controle encaminhado a um CSCF. Para maiores detalhes sobre MGW e CSCF, ver seção 2.5.4.

Nas chamadas tratadas pelo CS *domain* é preciso rotear a chamada para a MGW do IMS *domain*. Isso pode ser feito utilizando recursos da rede CS, desde os mais simples, como programações nas MSCs, até os mais avançados, como serviços Camel em execução nos *Service Control Function for GSM* (gsmSCFs). Essa última abordagem é sugerida na especificação 3GPP.

Nas chamadas tratadas pelo IMS *domain*, não há essa necessidade, pois tanto a sinalização quanto o áudio já estão na rede IMS.

3.1.3 Transferências de Domínio

Quando um VCC UE tem uma sessão de voz ativa, a continuidade da voz entre os domínios CS e IMS é garantida pela execução dos procedimentos de transferência de domínio. Tantas transferências podem ser executadas quantas forem necessárias durante uma única chamada.

Como mencionado anteriormente, as chamadas são ancoradas na aplicação VCC desde o estabelecimento da sessão para permitir que a aplicação VCC atue como uma aplicação de *3rd party call control* (3pcc), que controla os procedimentos de transferência de domínio que forem executados durante a chamada.

Todas as transferências de domínio associadas com uma sessão VCC são iniciadas pelo VCC UE (de acordo com as mudanças de localização do mesmo, por exemplo, entre locais que possuem diferentes coberturas de rede) e executadas e controladas pela aplicação VCC da rede IMS.

Quando o VCC UE determina que é desejável e possível a troca de domínios, um registro do UE no domínio destino é realizado (se já não estiver) e um novo contexto de chamada é iniciado até a aplicação VCC. Recursos de sinalização e de transporte são alocados no domínio destino e a sessão ativa do usuário é transferida do domínio de origem para o de destino. Por fim, os recursos na rede de origem são libertados.

A aplicação VCC é responsável por gerar as informações para tarifação das transferências de domínio realizadas.

As transferências de domínio têm os seguintes requisitos:

- CS *domain* para IMS: ser baseada em condições de rádio;
- IMS para CS *domain*: ser baseada em condições de rádio e em condições da conectividade IP até a rede IMS;
- Ser disponibilizada para UEs em *roaming*, ou seja, fora da rede de sua operadora;
- A interrupção percebida do serviço deve ser minimizada na perspectiva do usuário;
- A latência do procedimento deve ser diminuída;
- Deve-se ter em atenção que para manter a qualidade da voz, um número mínimo de transcódificações deve ser utilizado na arquitetura, dado que cada transcódificação (passagem do sinal de voz analógico para digital, vice e versa e até mesmo de digital para digital, mas com mudança de codificação) implica em perda, intrínseca à amostragem digital de um sinal analógico ou à reprodução em analógico de um sinal digital;
- A informação de tarifação deve ser consistente entre os domínios, evitando cobrar duplamente a chamada.

3.2 Arquitetura de Referência do Serviço VCC

A arquitetura do serviço VCC procura re-utilizar módulos do CS *domain* e do IMS *domain*. A seguir são expostos os diversos elementos dessa arquitetura tal como são dispostos na norma do 3GPP (3GPP, 2007h) em um modelo de referência.

A Figura 17 descreve a arquitetura utilizada no serviço VCC, destacando as entidades funcionais descritas na próxima seção e as interfaces entre as mesmas (pontos de referência), também descritas a seguir.

3.2.1 Entidades Funcionais

A arquitetura do Serviço VCC divide suas funcionalidades de acordo com sua localização: a Aplicação VCC, marcada em fundo cinza na Figura 17 e localizada na rede *home* do cliente, e o VCC UE no topo da mesma figura, com as funcionalidades localizadas no equipamento do usuário. A seguir, são expostas as entidades funcionais do Serviço VCC agrupadas dessa forma.

Aplicação VCC

A Aplicação VCC consiste num conjunto de funções utilizadas por um VCC UE para estabelecer chamadas de voz e controlar a troca entre as *legs* de acesso, entre o *CS domain* e o *IMS domain* mantendo a chamada ativa. Esta aplicação é considerada pelo IMS como uma aplicação que é executada pelos *Application Servers* disponíveis ao *IMS Core*, podendo ter implementações em SIP AS, IM-SSF (e SCPs correspondentes) ou OSA-GW (interagindo com aplicações OSA/Parlay). A seguir, é exposta a divisão em entidades funcionais dessa aplicação, bem como as funções de cada uma delas.

Domain Transfer Function (DTF):

- Executar a transferência do acesso do VCC UE entre domínios conforme solicitado pelo VCC UE;
- Inserir um 3pcc no controle do estabelecimento de chamada para permitir as transferências de domínios;
- Manter as Políticas de Transferência de Domínio determinadas pela Operadora;
- Armazenar informação sobre o domínio que está sendo utilizado por uma chamada ativa de um cliente, para ser utilizada nas próximas escolhas de domínio;
- Permitir cobrança específica de acordo com as trocas de domínio;
- Preservar a informação necessária para os serviços suplementares de identificação de chamada.

Domain Selection Function (DSF):

- Apoiar a seleção de domínio a ser utilizado para entrega de chamadas recebidas pelo VCC UE, de acordo com as políticas da operadora e preferências do cliente;
- Determinar o estado do registro no *IMS domain*;
- Determinar o estado do registro no *CS domain*;

- Interagir com DTF para determinar o domínio em uso para uma chamada ativa de um VCC UE;
- Determinar o *CS domain Routing Number (CSRN)*, inclusive colaborando com o *CS Adaptation Function (CSAF)* para isso.

CS Adaptation Function (CSAF):

- Atuar como *proxy* no IMS para as chamadas CS;
- Identificar o usuário do serviço VCC no IMS nas originações de chamada no *CS domain* e também para as *legs* de transferência de domínio para o *CS domain*;
- Transportar, em conjunto com o *Camel Service*, informações relacionadas com a chamada entre os domínios, por exemplo, o *Original Called party Number (OCN)*, parâmetro ISUP e Camel) para chamadas originadas no *CS domain*, controladas em ISUP, para o IMS;
- Controlar, em conjunto com o *Camel Service*, a alocação de *IP Multimedia Routing Numbers (IMRNs)* para encaminhar chamadas do *CS domain* para o IMS;
- Ser um *SIP User Agent (UA)* no IMS para chamadas CS no lugar do VCC UE;
- Colaborar com o *Camel Service* para interação com o *CS domain*.

Camel Service:

- Garantir o encaminhamento das chamadas CS para o IMS, utilizando-se do IMRN;
- Controlar, em conjunto com o CSAF, a alocação de IMRNs para encaminhar chamadas do *CS domain* para o IMS;
- Transportar, em conjunto com o CSAF, informações relacionadas com a chamada entre os domínios.

VCC UE

O VCC UE é um equipamento com uma subscrição ativa do serviço de VCC. Deve suportar voz sobre ambos os domínios, CS e IMS. Além disso, necessita de um *software* cliente, que é a única entidade funcional dentro do VCC UE. Esse *software* deve ter as seguintes funcionalidades:

- Armazenar e aplicar políticas de seleção de domínio, tanto para chamadas originadas como para transferências de domínio;
- Selecionar qual domínio utilizar para originar chamadas, baseado nas políticas do item anterior;

- Informar a aplicação VCC em relação à preferência do usuário sobre o domínio preferido para o recebimento de chamadas;
- Aplicar as políticas VCC da operadora antes de processar os pedidos de chamadas VCC;
- Armazenar o VCC *Domain transfer Number* (VDN) e o VCC *Domain transfer uniform resource Identifier* (VDI) para a execução das transferências de domínio, bem como permitir a atualização dos mesmos.

3.2.2 Pontos de Referência

Pontos de referência são as interfaces especificadas pelos documentos do 3GPP ou por algum outro órgão de mesmo gênero. São abertos, de forma que diferentes implementações dos diversos módulos da arquitetura tenham sua interoperabilidade garantida, pois obedecem as mesmas interfaces definidas em cada ponto de referência. As interfaces da Figura 17 são detalhadas nas especificações do 3GPP, a seguir um resumo das mais importantes para o VCC:

- ISC é um protocolo para controlar aplicações IMS, entre um S-CSCF e um AS. Implementado em SIP, com algumas alterações. Ver (3GPP, 2007e) e (3GPP, 2007i);
- Ma é um protocolo para controlar aplicações IMS, entre um I-CSCF e um AS. Implementado em SIP, com algumas alterações. Ver (3GPP, 2007e) e (3GPP, 2007i);
- Sh é um protocolo para consultar informações de clientes, entre um AS e o HSS. Implementado em Diameter (evolução do *Remote Authentication Dial-In User Service*, Radius, em comparação ao diâmetro de uma circunferência ser o dobro do raio). Ver (3GPP, 2007e) e (3GPP, 2007i);
- CAP é um protocolo para controlar serviços Camel, entre uma VMSC com função de *Service Switching Function for GSM* (gsmSSF) e um SCP com função gsmSCF. Ver (3GPP, 2007g);
- *Mobile Application Part* (MAP) é um protocolo, entre outras funções, utilizado para consulta de informações, entre um gsmSCF e o HSS. Ver (3GPP, 2007g);
- V3 é uma interface entre a aplicação VCC e o VCC UE. É realizado pela interface Ut, que pode ser implementada em interface *web*, por exemplo. Ver (3GPP, 2007e).

3.3 Fluxos de Informação e Procedimentos

A seguir serão examinados os principais fluxos de informação do serviço VCC e os procedimentos em que estão envolvidos.

3.3.1 Registro

O VCC UE deve se registrar no CS *domain* sempre que existir cobertura CS. Os mecanismos de mobilidade existentes, tanto no UE como na rede, devem ser utilizados.

Sempre que o VCC UE tiver conectividade IP deve se registrar no IMS. Esse registro deve ser feito independente do estado no CS *domain* do UE. Pode existir um *trigger* no HSS, associando o perfil do cliente a um serviço que deve ser acionado no seu registro. Com esse *trigger* é possível que o S-CSCF informe a aplicação VCC, em especial o DSF, sobre o registro do UE.

3.3.2 Originação

As chamadas iniciadas pelo usuário VCC, tanto no CS *domain* quanto no IMS, são ancoradas na aplicação VCC para permitir o controle do canal de voz nas transferências de domínio. Uma chamada pode ser originada no CS *domain* e no IMS. A seguir serão descritos esses fluxos.

Originação CS

As chamadas de voz originadas no CS *domain* são ancoradas no DTF, que se comporta como um SIP *Application Server* (SIP AS) para promover um controle do caminho de áudio que será utilizado para estabelecer a chamada e futuras transferências de domínio.

Isso é possível roteando a chamada para uma MGCF do IMS *Core Network*. Esta, por sua vez, encaminha a sinalização da chamada recebida para o S-CSCF que inicia o serviço CSAF que interage com o DTF que ordena a originação de uma chamada IMS para o destino original da chamada, através do S-CSCF novamente. Para conectar origem e destino, o DTF estabelece o canal de áudio entre a origem, através da *Media Gateway* (MGW), até o destino.

O roteamento mencionado anteriormente é viável graças a uma interação entre a VMSC e o SCP, onde gsmSSF e gsmSCF se comunicam utilizando-se do protocolo CAP. No gsmSCF é

feita a execução do *Camel Service* que aloca um IMRN e, então, encaminha a chamada para a MGW.

Originação IMS

As chamadas de voz originadas no IMS são realizadas como qualquer outro acesso a serviço IMS. Através desse acesso, a chamada passa a estar ancorada no DTF e esse passa a poder controlar o caminho do áudio que será utilizado para estabelecer a chamada e futuras transferências de domínio.

Apenas deve ser observado que a aplicação VCC seja a primeira a ser invocada pelo S-CSCF, dentre todos os *triggers* que o cliente pode possuir no HSS, de forma a evitar que a chamada seja desligada sem conhecimento do DTF e para que este possa controlar a mesma até seu encerramento, para possibilitar, sempre que necessárias, as transferências de domínio.

3.3.3 Recebimento

As chamadas recebidas pelo usuário VCC, tanto no *CS domain* quanto no IMS, também são ancoradas na aplicação VCC para facilitar o controle do canal de voz nas transferências de domínio.

As chamadas de voz recebidas no *CS domain* e no IMS devem ser ancoradas no DTF, que se comporta como um SIP-AS para promover um controle do caminho de áudio que será utilizado para estabelecer a chamada e futuras transferências de domínio.

Tais chamadas podem ser entregues no *CS domain* ou no IMS de acordo com os critérios do DSF.

O DTF e o DSF interagem para determinar a forma de entrega da chamada: via *CS domain* ou IMS. Após isso, a chamada é realizada pelo S-CSCF que, finalmente, conecta a origem ao destino, que é o cliente VCC.

Da mesma forma que na originação CS, no recebimento CS é preciso recorrer a uma MGW para entregar a chamada para tal domínio. Já no IMS não é preciso, pois o cliente já está no mesmo domínio.

3.3.4 Transferência de Domínio

A transferência de domínio permite a continuidade das chamadas de voz entre os domínios CS e IMS. Todos os procedimentos associados com a transferência de domínio são controlados e executados pelo DTF, sob solicitação do VCC UE.

Durante as transferências são utilizados o VDN e o VDI que estão armazenados no VCC UE, desde a sua configuração inicial realizada na fábrica do equipamento ou no próprio *software* do VCC UE, conforme a Figura 18.



Figura 18 – Captura de tela do *software*³ do VCC UE para configuração de VDN e VDI

Para poder controlar a chamada é utilizada a técnica de ancoragem estática da chamada no DTF, tanto pelos *triggers* iniciais do cliente VCC no S-CSCF ou através do *Public Service Identity* (PSI, (3GPP, 2007f)) correspondente ao IMRN.

Dessa forma, o DTF fica no meio do caminho da sinalização. Para uma chamada originada, a *Access Leg* vinda do VCC UE termina no DTF e este estabelece a *Remote Leg* até o destino final. Para uma chamada recebida, a *Remote Leg* termina no DTF e este estabelece uma

³ O *software* do VCC UE é de origem americana, onde se utiliza o termo *handoff*, ao contrário do que foi adotado nesta dissertação, *handover*, entretanto, ambos têm o mesmo significado.

Access Leg até o usuário. Assim, em seguida, o DTF passa a controlar a sinalização entre a *Access Leg* e a *Remote Leg*.

A Figura 19 exibe essa disposição do DTF e das demais entidades funcionais do VCC, bem como algumas entidades IMS e CS. As linhas pontilhadas indicam a sinalização, que sempre passa pelo DTF e as linhas cheias demonstram o caminho do canal de áudio (portadora) entre o VCC UE e o destino.

Se existirem outros servidores de aplicações e/ou outras aplicações envolvidos com a chamada, o serão como parte da *Remote Leg* e por isso não serão impactados pelos procedimentos de transferência da *Access Leg*. Na Figura 19, o DTF posiciona-se antes dos AS que implementam os demais serviços que o cliente possua, de forma que esses influenciem apenas a *Remote Leg* da chamada.

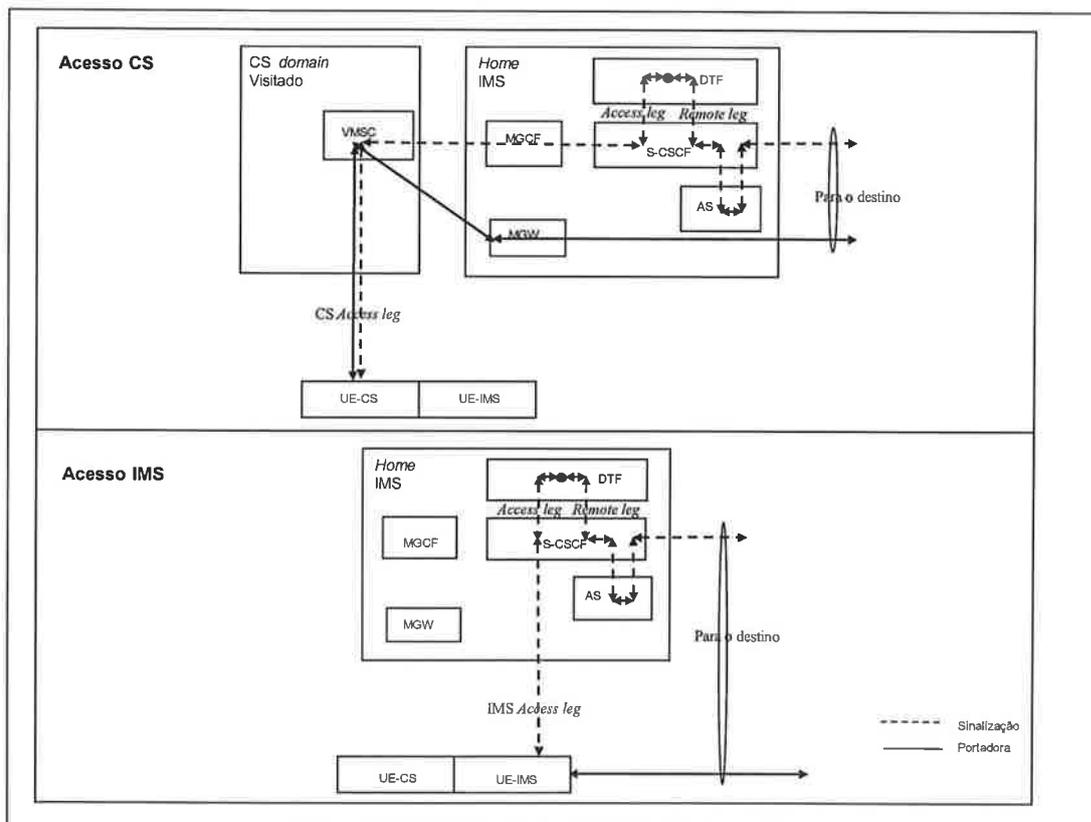


Figura 19 – DTF no controle das chamadas VCC (3GPP, 2007h)

Quando são detectadas condições para transferência de domínio, o VCC UE estabelece uma *Access Leg* até o DTF utilizando o *transferred-in domain*. O DTF executa o procedimento de transferência de domínio substituindo a *Access Leg* que no momento está em comunicação com a *Remote Leg* pela nova *Access Leg* estabelecida pelo *transferred-in domain*. A *Access Leg* estabelecida via o *transferred-out domain* é desligada na seqüência. No momento em que

a troca entre a *Access Leg* do *transferred-out domain* para o *transferred-in domain* é executada, a *Remote Leg* é atualizada para que passe a encaminhar os dados do plano de usuário (pacotes da sessão de voz) para o *transferred-in domain*.

A Figura 20 considera uma chamada entre o VCC UE#A e um destino CS UE#B, utilizando inicialmente o IMS. Em seguida, ocorre uma transferência para o CS *domain*. É possível acompanhar a troca de domínios observando a seqüência de fluxos de informações representada na Figura 20 e detalhada passo-a-passo a seguir.

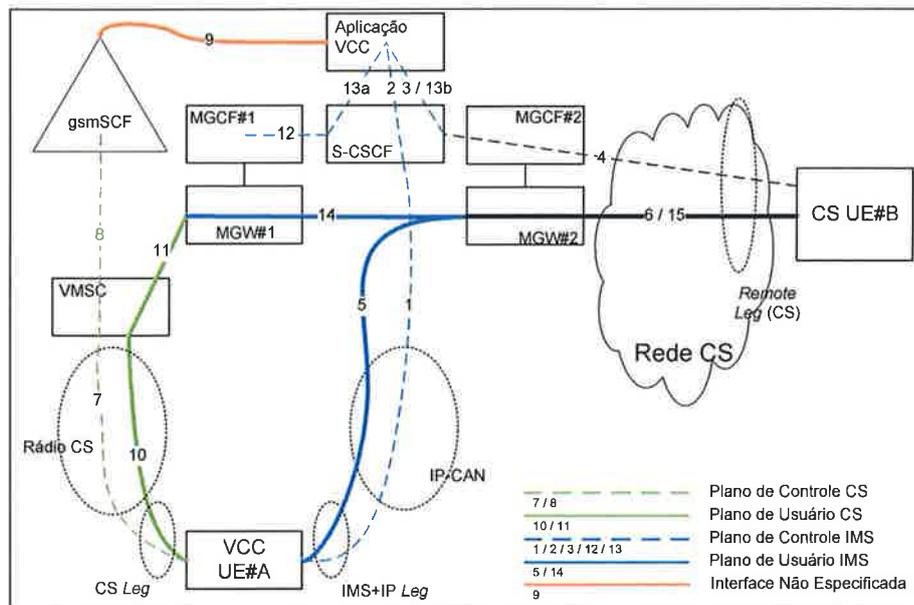


Figura 20 – Transferência de domínios com destino CS (3GPP, 2007h, adaptado)

1. O cliente VCC UE #A sinaliza o início de uma chamada para o IMS *Core* (representado pelo S-CSCF);
2. O S-CSCF informa a Aplicação VCC;
3. A Aplicação VCC ancora a chamada (no DTF) e através do S-CSCF deixa-a prosseguir via MGCF#2 para a Rede CS destino;
4. A MCFG encaminha sinalização para a Rede CS até atingir o CS UE #B;
5. Quando o CS UE #B sinalizar atendimento, será estabelecido um canal de voz do VCC UE #A até a MGW#2, via RTP;
6. Será estabelecido um canal de voz até o destino CS UE #B e este será unido ao fluxo RTP do passo anterior pela MGW#2;
7. Quando o VCC UE #A detectar diminuição significativa de sinal (em geral configurada no equipamento, em dB, conforme Figura 21) irá iniciar o processo de

handover iniciando uma chamada no CS *domain* com destino ao VDN que é tratada pela VMSC;

8. A VMSC encaminha sinalização CAP para o gsmSCF que instrui a VMSC a encaminhar a chamada para a MGCF#1;
9. Através de uma interface não especificada na norma 3GPP TS 23.206 (3GPP, 2007h) o gsmSCF deve armazenar ou enviar para a Aplicação VCC os dados que podem ser perdidos no passo anterior;
10. Quando a MGCF#1 sinaliza atendimento, o VCC UE #A inicia o envio de áudio através de um canal de áudio com a VMSC;

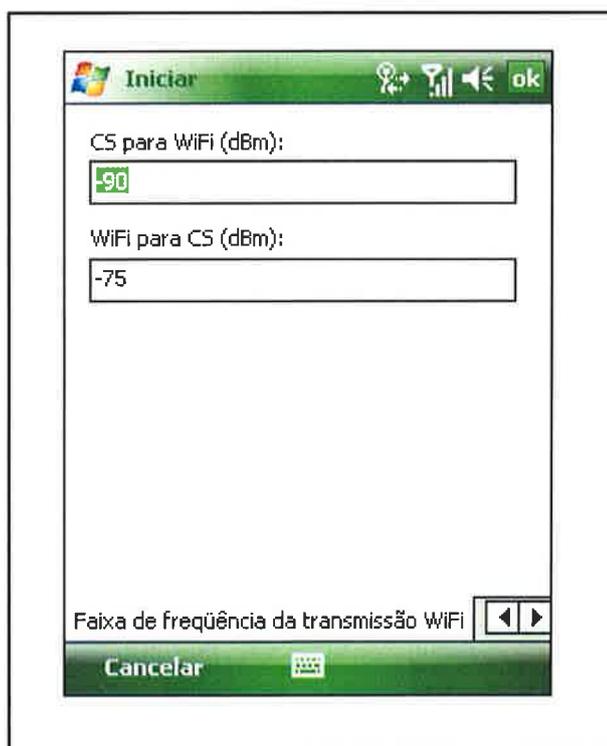


Figura 21 – Captura de tela do *software* do VCC UE para configuração de limiares de perda de sinal

11. A VMSC completa o canal de áudio até a MGW#1;
12. Quando a MGCF#1 atende a chamada ela informa a Aplicação VCC, via S-CSCF, o DTF descobre que aquela origem já tem uma chamada ancorada, identificando o pedido de *handover* do VCC UE #A. Nesse passo, o CSAF é utilizado para interagir através da interface não especificada com o gsmSCF para recuperar a origem e o destino da chamada CS;

13. Com isso a Aplicação VCC (módulo DTF) sinaliza para a MGCF#2 (13a) que será necessário trocar a *Access Leg* da chamada e orienta a MGCF#1 (13b) a encaminhar o áudio da chamada CS para a MGW#2;
14. A MGW#1 encaminha via fluxo RTP a chamada para a MGW#2;
15. A MGW#2 concretiza a troca das *Access Legs*, entre o fluxo de áudio vindo diretamente do VCC UE #A e o fluxo de áudio recebido da MGW#1, realizando assim a troca de domínio, sem quebrar a chamada.

Em seguida são libertados os recursos que mantinham a *Access Leg* anterior em funcionamento (fluxo RTP, linha 5) e a chamada foi transferida de domínio com sucesso.

As linhas numeradas da Figura 20 indicam os planos de usuário (linha cheia) e de controle (linha pontilhada). Pelo plano de controle trafega a sinalização responsável pelo controle do VCC e sobre o plano de usuário é que se forma o canal de voz entre o VCC UE #A e o CS UE #B. Como é possível observar, os fluxos de controle que chegam e saem da Aplicação VCC (marcados com 1, 2, 3 e 13, em azul pontilhado) são IMS, implementados em SIP, facilitando a implementação da Aplicação VCC que apenas tem que lidar com uma pilha protocolar, sem necessidade de interagir com outros tipos de sinalização (por exemplo, CAP, do fluxo 8, marcado em verde pontilhado).

Maiores detalhes dessa troca de informações e o fluxo de mensagens protocolares podem ser consultados em (3GPP, 2007k) e nos cenários da seção 4.2.

Esse procedimento é genérico para transferências entre o CS *domain* e o IMS e vice-versa. Além disso, suporta tantas transferências quantas forem precisas durante uma chamada. Também suporta *Remote Legs* CS ou IMS, bastando para isso utilizar ou não a MGW#2.

3.4 Cobrança e Contabilização

A estratégia de cobrança (*charging*) aplicada no VCC deve assegurar a correta e completa cobrança durante eventos de transferência de domínio evitando dupla cobrança no CS *domain* e no IMS, causada pela ancoragem das chamadas do CS *domain* em uma aplicação no IMS. Alguns detalhes dessa estratégia:

- Registrar de forma coerente nos *Charging Data Records* (CDR) um histórico completo da sessão de voz, baseado nas informações do DTF;

- Para chamadas iniciadas no *CS domain*, correlacionar os CDRs gerados no *CS domain* com os gerados no IMS, em um único CDR gerado pelo *CS domain*, para evitar a dupla cobrança;
- Tratar os CDRs gerados pelas chamadas de transferências de entrada (*transfer-in*) para não influenciarem a cobrança;
- Manter o início da cobrança no *transfer-in domain* alinhado com o fim da cobrança no *transfer-out domain*, para evitar dupla cobrança dos clientes nesse período;
- Para cobrança *on-line* do VCC, a mesma deve ser feita apenas no IMS, para evitar dupla cobrança, por exemplo, um serviço pré-pago no *CS domain* não deve ser invocado para as chamadas CS e ancoradas no IMS e também para as chamadas subsequentes de transferências entre domínios;
- Ainda para cobrança *on-line* do VCC, o DTF pode interagir com a *On-line Charge Function* (OCF (3GPP, 2007m)) via interface Ro (3GPP, 2007n) para reportar informação relacionada com o início de chamadas e transferências de domínio, agindo como um *Charge Trigger Function* (CTF, (3GPP, 2007m)).

Ao mesmo tempo, a estratégia de contabilização (*accounting*) deve prover informação suficiente para os ajustes entre as operadoras, incluindo os ajustes entre as operadoras do *CS domain* e IMS e os ajustes entre os provedores da *Access Network* (IP *Connectivity Access Network*, IP-CAN) e a *Core Network*.

3.5 Cenários Multi-Operadoras

O Serviço VCC foi concebido considerando que o *CS domain* e o IMS fossem operados por uma empresa somente. Entretanto, após estudos do TISPAN juntamente com o 3GPP, foi elaborada a especificação TS 23.507 (3GPP, 2007j) que permite que o *CS domain* seja operado por uma empresa e o IMS por outra.

Diversas regras têm que ser definidas entre as operadoras, mas não há grandes alterações na arquitetura do serviço entre o cenário de uma ou de várias operadoras.

O principal ponto de integração é o HSS, que se divide em HLR para o *CS domain* e em *User Profile Server Function* (UPSF) para o IMS, sendo a operação de cada um deles responsabilidade das operadoras de cada domínio.

4 PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO

Este capítulo descreve a proposta de integração entre o domínio de comutação de circuitos e o IMS, que é o objetivo deste trabalho, tendo como base a implementação do Serviço VCC realizada pela PT Inovação.

4.1 Proposta de Integração CS domain e IMS

Como visto anteriormente, o 3GPP não especificou a integração entre as entidades funcionais da aplicação VCC (passos 9 e 12 da Figura 20). Além disso, a customização do gsmSCF (que executa Serviços de IN, em especial o Camel *Service* para o VCC) e dos módulos VCC (CSAF, DTF e DSF) requer o conhecimento de diversas tecnologias de rede e de programação que geralmente são detidos por diferentes pessoas ou equipes. Considerando isso, é importante definir uma interface entre esses módulos, evitando problemas e tornando possível a interoperabilidade entre módulos feitos por diferentes equipes e até diferentes fornecedores. Para suportar essa interface, utilizou-se uma nova entidade funcional. Ela recebe mensagens das entidades funcionais da Aplicação VCC e armazena dados dessas mensagens em um banco de dados. Com esses dados armazenados e com os métodos descritos a seguir, o novo módulo, *Call Data Storage Function* (CDSF), implementa a interface entre o Camel *Service* e os demais módulos da Aplicação VCC. A Figura 22 ilustra como o CDSF se insere na arquitetura apresentada pelo 3GPP para o Serviço VCC.

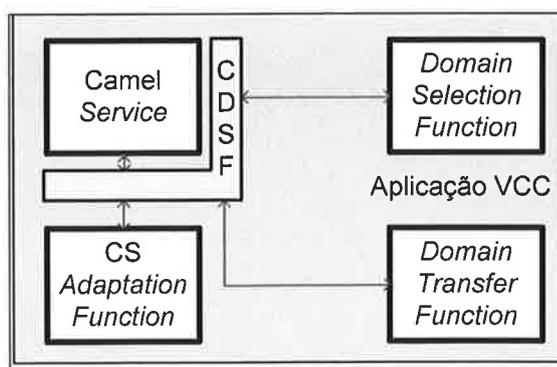


Figura 22 – CDSF na arquitetura da aplicação VCC

Um exemplo de utilização do CDSF é no encaminhamento de chamadas CS para o IMS, através da MGW. Tanto o Camel *Service* como o CSAF utilizam-se do CDSF, pois ele pode

preservar informações da chamada que foram perdidas na sinalização, devido à mudança do *Destination Routing Address* para o endereço da MGW, por exemplo, no cenário de originação de uma chamada CS. Dependendo do tipo de sinalização que chega ao SGW (componente de sinalização da MGW) vários parâmetros da chamada podem ser perdidos. Por exemplo, utilizando-se uma MGW com canais de voz analógicos (linhas telefônicas normais, Serviço de Telefonia Fixa Comutada - STFC) é impossível determinar a origem e o destino de uma chamada. O sistema apenas conhece o destino utilizado para atingir a MGW pois existe uma relação unívoca entre os canais de voz e seus números na MGW. Assim, o CDSF armazena o *Original Calling Party* e o *Original Called Party* recebidos na mensagem *CAP Initial Detection Point* (IDP) pelo gsmSCF e transmitidos ao CDSF. Quando o CSAF necessita dessa informação ele pode solicitá-la ao CDSF.

Outra função do CDSF é manter uma lista de IMRNs e CSRNs e controlar seu estado. O CSAF e Camel *Service* compartilham o controle do IMRN que pode ser implementado no CDSF. O mesmo ocorre para o CSRN, que precisa ser controlado pelo DSF e pelo Camel *Service*, que recorrem ao CDSF. Genericamente, o CDSF tem a lógica para o controle de alocação de referências, que podem ser tanto os IMRNs utilizados pela aplicação VCC, bem como os CSRNs.

4.1.1 Considerações sobre Protocolos

A troca de mensagens entre o CDSF e outros módulos poderia ser implementada de várias formas. Duas abordagens foram analisadas e são descritas a seguir.

A primeira abordagem utiliza um protocolo proprietário da PT Inovação, chamado *Real Time Access Data Protocol* (RTDAP). Esse protocolo é construído sobre soquetes *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) e provê uma resposta de alta velocidade, podendo ser considerado um protocolo para aplicações de pseudo⁴ tempo real. O RTDAP oferece um mecanismo complexo de localização, distribuição e otimização do acesso ao banco de dados, para utilização em larga escala. Entretanto, ele implica em um algoritmo pesado e de difícil configuração e integração.

A segunda abordagem utilizou um protocolo mais leve, transportando informações sobre *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Ele utiliza métodos e parâmetros codificados com o

⁴ Apesar do nome do protocolo, o sistema só pode ser chamado de pseudo tempo real, pois se utiliza do artifício de garantir capacidade muito maior do que a necessária, resultando em aparência de tempo real, mas fora das condições de super-dimensionamento não tem resposta determinística.

padrão *Uniform Resource Locator* (URL), da mesma forma que em uma *Common Gateway Interface*, (CGI), utilizado nos primórdios da *internet*. Esse protocolo é chamado de *SMart INTerface* (SMINT). Na Figura 23 segue um exemplo de sua utilização, com a *Request* HTTP realizada para o SMINT e a resposta por ele retornada.

```

GET http://servidor:porta/smint-
SHIPNET/urlproxy?id=12345&origem=CSAF&metodo=LerDadosChamadaCS&referencia=11990000
08 HTTP/1.1
User-Agent: lwp-request/2.06

200 OK
Connection: close
Date: Mon, 07 Jan 2008 01:57:13 GMT
Server: Apache-Coyote/1.1
Content-Length: 76
Client-Date: Mon, 07 Jan 2008 01:57:13 GMT
Client-Peer: 127.0.0.1:8500
Client-Response-Num: 1
X-Powered-By: Servlet 2.4; JBoss-4.0.3SP1 (build: CVSTag=JBoss_4_0_3_SP1
date=200510231054)/Tomcat-5.5

id=12345&origem=CSAF&metodo=LerDadosChamadaCS&calling=+551199000001&called=+551199
000002&leg=O&tipoChamada=A

```

Figura 23 – Exemplo de HTTP *Request* e *Response* do protocolo SMINT

Para a demonstração do conceito do CDSF, o protocolo mais simples da segunda abordagem, SMINT, foi preferido. Em um ambiente maior, com maior escala, protocolos mais adequados podem ser analisados, tanto o RTDAP como qualquer outro já existente.

O CDSF pode utilizar qualquer tipo de armazenamento para as informações sobre as chamadas que recebe: arquivos, gerenciadores de bancos de dados (*open source* para orçamentos menores ou algum outro Sistema Gerenciador de Banco de Dados SGBD – para suportar larga escala de um operador de telecomunicações, como Oracle, Sybase, DB2, entre outros) ou outras formas. Para a demonstração do conceito foi utilizado o Oracle 10g.

4.1.2 Métodos do CDSF

O CDSF desempenha seus requisitos funcionais através de métodos que são invocados pelas mensagens que recebe. Os métodos são descritos a seguir:

- **GravarDadosChamadaCS:** recebe informação sobre uma chamada iniciada no CS *domain*, aloca um IMRN para essa chamada atingir a MGW, armazena os dados recebidos usando o IMRN como referência e retorna este IMRN para quem o invocou. É utilizado pelo Camel *Service* antes de encaminhar a chamada para o IMS;

- **LerDadosChamadaCS**: recebe um IMRN como referência, o qual é utilizado para localizar os dados previamente armazenados de uma chamada e então retorna os dados dessa chamada. Utilizado pelo CSAF quando este recebe uma chamada do *Camel Service*, via MGW;
- **GravarDadosChamadaIMS**: recebe informação sobre uma chamada iniciada no IMS, aloca um CSRN para essa chamada atingir o *CS domain* e assim o *Camel Service*, armazena os dados recebidos usando o CSRN como referência e retorna esse CSRN. Utilizado pelo DSF antes de encaminhar uma chamada recebida para o *CS domain*;
- **LerDadosChamadaIMS**: recebe um CSRN como referência o qual é utilizado para localizar os dados previamente armazenados de uma chamada, desaloca o CSRN e retorna os dados dessa chamada. Utilizado pelo *Camel Service* quando processa uma chamada recebida do IMS;
- **ObterTipoReferencia**: recebe o *Called Party* de uma chamada e baseado em suas configurações retorna o tipo do mesmo: IMRN, CSRN, VDN, VDI ou desconhecido. Utilizado pelos módulos da Aplicação VCC para descobrir o tipo de referência e tomar as decisões necessárias;
- **AjustarEstadoReferencia**: recebe uma referência (de qualquer tipo, por exemplo, IMRN) e um novo estado (livre ou ocupado) e com isso altera o estado da referência em seu controle interno de alocação. Utilizado pelo CSAF para notificar o CDSF o estado de utilização do IMRN. Ao contrário do CSRN, que é alocado pelo DSF (no método *GravarDadosChamadaIMS*) e desalocado pelo *Camel Service* (no método *LerDadosChamadaIMS*), o IMRN precisa ser desalocado após o fim da chamada IMS. Isso é devido ao fato de o IMRN representar univocamente somente um canal de voz na MGW. Se ele for desalocado cedo demais, outra chamada que estivesse sendo redirecionada para o IMS poderia tentar utilizar o mesmo canal, que estaria ocupado. Também pode ser utilizado para controlar os demais tipos de referências (CSRN, VDN, VDI).

4.1.3 Concepção do CDSF

Nesta seção será descrita a forma como o CDSF foi planejado e estruturado. Os diversos elementos que contribuíram para sua concepção são ilustrados e justificados a seguir.

O diagrama da Figura 24 expõe a organização do módulo CDSF em componentes.

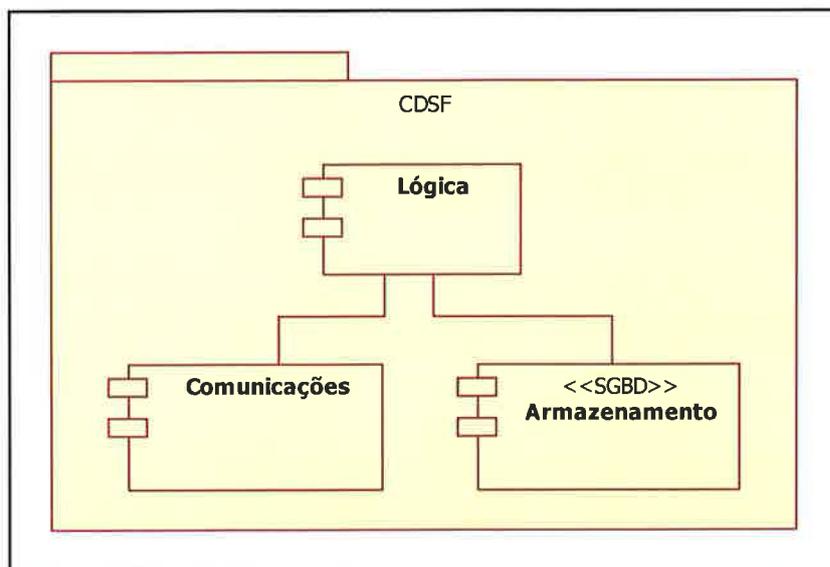


Figura 24 – Diagrama de componentes do CDSF

O componente principal do CDSF é o que implementa sua lógica de funcionamento, contendo as regras e atividades a serem desempenhadas em cada invocação de seus métodos, conforme seus requisitos funcionais.

O CDSF possui um componente dedicado aos detalhes de Comunicações com os demais módulos do Serviço VCC. De acordo com o protocolo utilizado, conforme discutido na seção 4.1.1, pode-se utilizar uma versão diferente desse componente, que implemente o protocolo em questão.

O CDSF possui dois elementos importantes para seu funcionamento, que foram modelados em duas classes, conforme o diagrama de classes da Figura 25. Para efeito de modelagem, os métodos mencionados em 4.1.2 estão associados com as classes a que se referem neste diagrama.

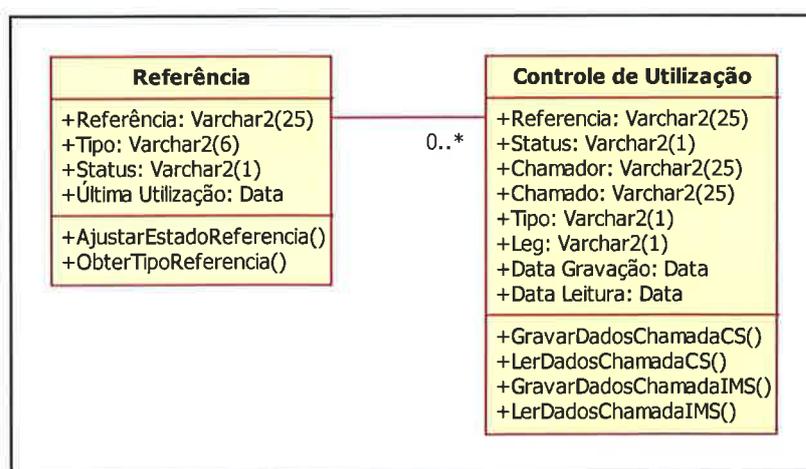


Figura 25 – Diagrama de classes do CDSF

As classes da Figura 25 também refletem os dados que devem ser armazenados pelo CDSF. Tais informações são organizadas pelo módulo de Armazenamento mencionado na Figura 24 em tabelas de um SGBD, conforme o diagrama da Figura 26. Poderiam ser organizadas de outra forma, caso se optasse por outra forma de armazenamento. Por exemplo, seria possível armazenar os dados em um arquivo formatado em *eXtensible Markup Language* (XML). Da mesma forma que o componente de Comunicações poderia ser outro conforme o protocolo utilizado, o componente de Armazenamento também poderia ser substituído conforme a forma de armazenamento utilizada.

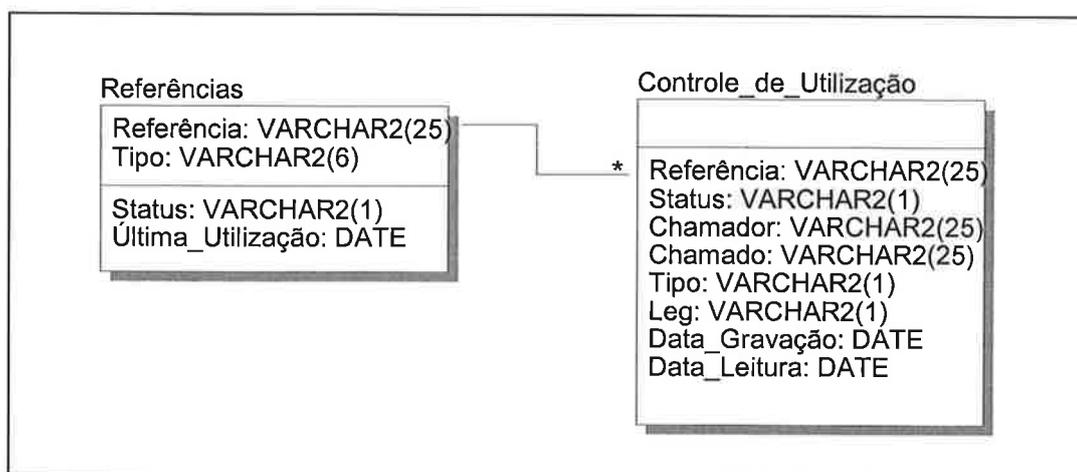


Figura 26 – Modelo de dados do CDSF

A tabela Referências armazena as referências utilizadas para o controle das chamadas, seu correto desvio para o IMS ou CS *domain*, bem como sua alocação. Possui os seguintes campos:

- Referência: armazena um número telefônico, em formato E.164 (ITU, 2005a). Possui até 25 dígitos (de 0 a 9, de A a F, +, * e #);
- Tipo: indica o tipo de referência, podendo valer IMRN, CSRN ou VDN;
- Status: indica o estado da referência, codificado pela primeira letra de cada estado possível: L para livre ou O para ocupado;
- Última_Utilização: data e hora da última utilização desta referência.

A tabela Controle_de_Utilização permite controlar as chamadas em curso, armazenando os dados que podem ser perdidos durante o fluxo de sinalização entre os módulos da aplicação VCC e, posteriormente, recuperados. Possui os seguintes campos:

- Referência: armazena um número telefônico, tendo como referência (chave estrangeira) a tabela Referências;

- Status: indica o estado da utilização da entrada na tabela, codificado pela primeira letra de cada estado possível: G para gravado ou L para lido;
- Chamador: armazena o número telefônico do chamador da chamada em causa, em formato E.164 (ITU, 2005a). Possui até 25 dígitos (de 0 a 9, de A a F, +, * e #);
- Chamado: armazena o número telefônico chamado da chamada em causa, em formato E.164 (ITU, 2005a). Possui até 25 dígitos (de 0 a 9, de A a F, +, * e #);
- Tipo: indica o tipo de chamada, codificado pela primeira letra de cada tipo possível: A para ancoragem ou H para *handover*;
- Leg: indica a *leg* que está sendo tratada na chamada, codificada pela primeira letra de cada tipo possível: O para originadora ou R para receptora;
- Data_Gravação: data e hora da gravação dos dados da chamada;
- Data_Leitura: data e hora da leitura dos dados da chamada.

Tanto o campo Referência da tabela Referências como o mesmo da tabela Controle_de_Utilização, bem como os campos Chamador e Chamado, sempre são armazenados em formato E.164. Caso os processos que forem consultá-los ou preenchê-los tiverem tais números em outros formatos, os mesmos sempre serão convertidos para o formato E.164, para evitar inconsistências.

O CDSF foi implementado utilizando peças de *software* já existentes na PT Inovação para a função de comunicações e acesso ao SGBD. Para a função de Armazenamento foi utilizado o SGBD Oracle 10g e a lógica foi implementada em um *Package Procedural Language/SQL* (PL/SQL), uma linguagem nativa do Oracle, que permite um fácil acesso aos dados, visto que possui comandos SQL (*Structured Query Language*) integrados para consultas e atualizações às tabelas do SGBD. Assim, o módulo de lógica é invocado pelo módulo de comunicações utilizando seus recursos de acesso ao banco de dados. A Figura 27 ilustra esta organização.

Outras organizações e implementações do CDSF podem ser propostas. A organização exposta na Figura 27 foi a utilizada nos testes realizados para este trabalho, entretanto não foi alvo da pesquisa determinar a arquitetura mais eficiente. Apenas foi indicada uma estrutura que cumpriu os requisitos levantados durante a pesquisa.

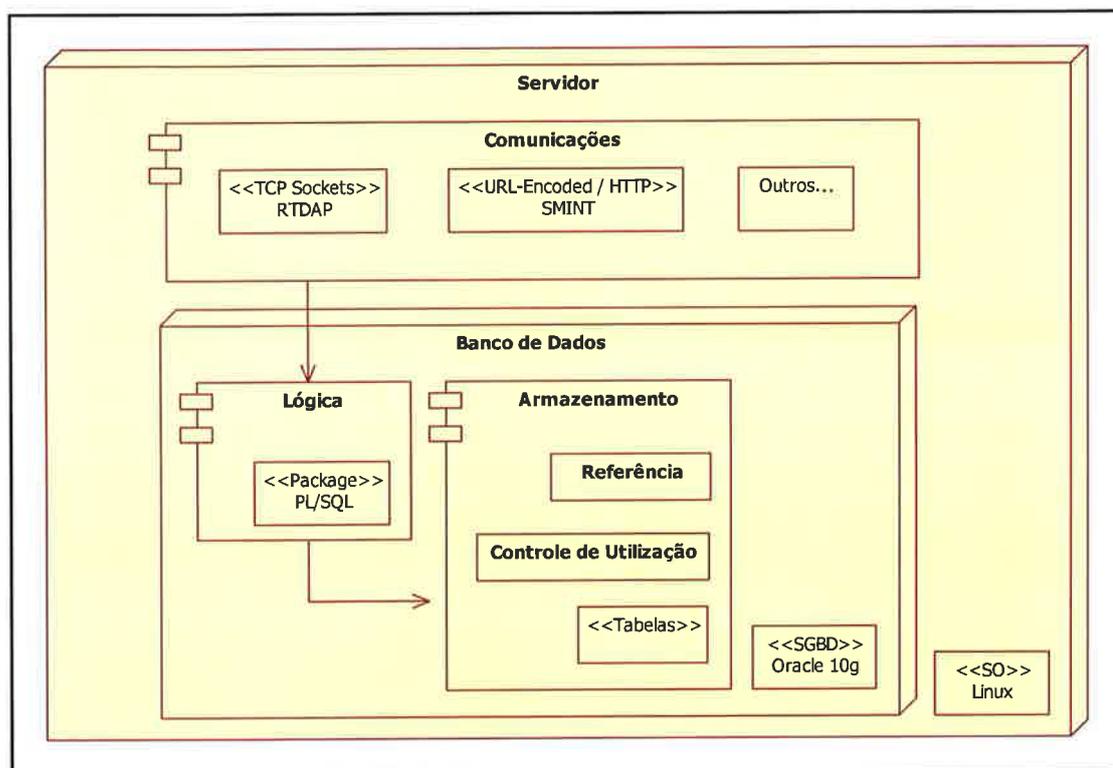


Figura 27 – Diagrama de *deployment* do CDSF

4.1.4 Fluxo de Sinalização

Para melhor compreensão do funcionamento do CDSF em meio à arquitetura da Aplicação VCC, a seguir é exposto em detalhes o cenário de início de chamada no CS *domain*. Considerando um VCC UE #A que está sob cobertura de rádio do CS *domain* e um destino CS UE #B que não utiliza o serviço VCC nem o IMS.

A chamada originada por VCC UE #A e recebida por CS UE #B precisa ser ancorada na Aplicação VCC, para suportar transferências de domínio que possam ocorrer no futuro, por exemplo, quando VCC UE #A estiver sob cobertura de uma rede WiFi que tenha acesso ao IMS.

Entretanto, para realizar tal ancoragem, a chamada precisa ser desviada para uma MGW e isso pode causar a perda de alguns dados da chamada, por exemplo, o número do VCC UE #A e do CS UE #B. Daí surge a necessidade de armazenar esses dados utilizando o CDSF.

Este cenário está descrito no diagrama de seqüência da Figura 28, que mostra como o CDSF ajuda a Aplicação VCC. Esse diagrama apenas mostra os módulos VCC e IMS significantes para esse cenário, bem como se restringe ao estabelecimento da chamada. Mais detalhes podem ser vistos na seção 4.2.

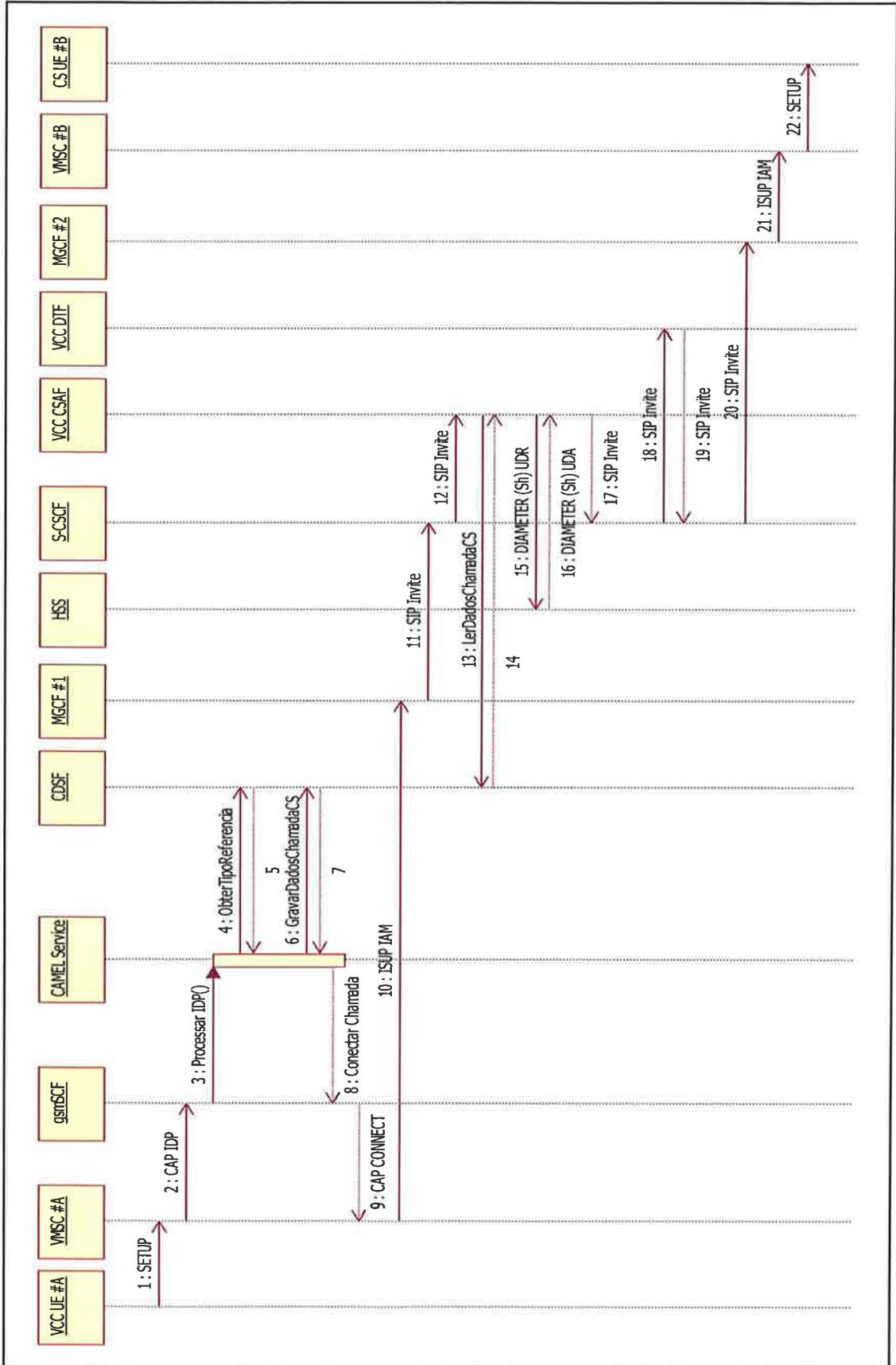


Figura 28 – Diagrama de seqüência da interação do CDSF com os demais módulos do serviço VCC

A seguir serão detalhados os passos do diagrama de seqüência da Figura 28.

1. Inicialmente, o VCC UE #A envia uma mensagem de SETUP para sua MSC visitada;
2. A VMSC #A, após consultar o HLR de #A e receber um *Camel Subscriber Information* (CSI) com indicações que aquele cliente tem um *Camel Service* (3GPP, 2007g), interroga o gsmSCF com uma CAP IDP;
3. gsmSCF interage com o *Camel Service*, solicitando o processamento da IDP;
4. O *Camel Service* solicita o tipo de referência que está sendo usada para o CDSF, através do método *ObterTipoReferencia* passando o destino da chamada como parâmetro;
5. O CDSF retorna que a referência enviada é de tipo desconhecido;
6. O *Camel Service* envia informações da chamada para o CDSF, invocando o método *GravarDadosChamadaCS*;
7. O CDSF armazena os dados da chamada e retorna um IMRN;
8. Com o IMRN o *Camel Service* instrui o gsmSCF a conectar a chamada no novo destino;
9. gsmSCF envia uma mensagem CAP Connect para a VMSC #A;
10. VMSC #A analisa o endereço do destino e roteia a chamada para o MGCF #1 utilizando uma ISUP IAM (*Initial Address Message*);
11. MGCF #1 recebe a ISUP IAM e a converte em um SIP Invite e o envia para o S-CSCF no *IMS Core*;
12. S-CSCF encaminha este SIP Invite para as aplicações registradas no HSS para o destino IMRN, que é considerado um PSI. O VCC CSAF é a primeira que receberá esta mensagem;
13. Com esse SIP Invite, o VCC CSAF invoca o método *LerDadosChamadaCS* do CDSF;
14. O CDSF retorna o destino original da chamada, que foi perdido no passo 6, bem como a origem da chamada;
15. Em seguida, o VCC CSAF consulta o HSS sobre a identidade pública do usuário VCC UE #A no IMS utilizando a origem recuperada no passo 12. O VCC CSAF utiliza a interface Diameter Sh (3GPP, 2006c), enviando uma mensagem UDR (*User Data Request*) passando como referência o MSISDN, como uma das identidades do VCC UE #A no HSS;
16. O HSS responde com uma UDA (*User Data Answer*) contendo o *IMS user id* do VCC UE #A, equivalente a uma SIP *Uniform Resource Identifier* (URI);

17. Agora com a identidade correta do VCC UE #A, o VCC CSAF retorna o SIP Invite para o S-CSCF;
18. Com a nova identidade, o S-CSCF encaminha o SIP Invite para as aplicações que o VCC UE #A tem registradas no HSS. A primeira delas é o VCC DTF;
19. O VCC DTF realiza a ancoragem da chamada, agindo como um B2BUA para controlar toda a chamada. Esse processo garante que o VCC DTF possa controlar a *Access Leg* e a *Remote Leg* da chamada e, quando necessário, trocar a *Access leg*, durante o procedimento de transferência de domínio. Depois disso, o VCC DTF retorna o SIP Invite para o S-CSCF;
20. O S-CSCF envia o SIP Invite para o destino final, que deve ser atingido através da MGCF #2, que é a forma do IMS atingir a rede do CS UE #;
21. A MGCF #2 traduz o SIP Invite para uma nova ISUP IAM que é entregue para a VMSC #B, que é a MSC visitada pelo CS UE #B;
22. Finalmente, o CS UE #B recebe a mensagem de SETUP indicando que está recebendo uma chamada do VCC UE #A.

Durante a conversação, entre VCC UE #A e CS UE #B, o S-CSCF não irá interagir com os demais módulos do sistema, até que a *Access Leg* que está utilizando o CS *domain* seja encerrada. Quando isso ocorre, o método *AjustarEstadoReferencia* é invocado, informando que o IMRN utilizado agora está livre.

Se for preciso voltar novamente a *Access Leg* ao CS *domain*, procedimento semelhante ao anteriormente descrito é feito novamente, só que utilizando como destino o VDN e não CS UE #B, de forma a permitir que a Aplicação VCC reconheça esse novo início de chamada como um pedido de *handover* do IMS para o CS *domain*.

4.2 Serviço VCC em Funcionamento

Na seção 3.3 foram expostos os diversos procedimentos e fluxos de informação do Serviço VCC. Em geral, são analisados em três etapas:

- iii) Originação de Chamadas;
- ii) Recepção de Chamadas (frequentemente conhecido por terminação de chamadas);
- iii) Transferência de Domínio.

Essa divisão em etapas facilita o estudo de cada um dos cenários permitindo que se dedique mais atenção aos detalhes de cada um, entretanto distancia-se da visão geral do serviço e da forma como o serviço lida com essas três etapas.

Um cliente do Serviço VCC, durante um acesso ao serviço, pode utilizar apenas uma dessas etapas, a de originação ou de recepção, caso não necessite da troca de domínio. Caso as condições de sinal de rádio variem, pode ser que seja necessário utilizar uma ou mais vezes a etapa de troca de domínio.

Além disso, as etapas i e ii podem ser feitas tanto no CS *domain* como no IMS, bem como a etapa iii pode ser feita do CS *domain* para o IMS ou do IMS para o CS *domain*, podendo ser utilizada infinitas vezes. Assim, ao todo, seriam muitas combinações de etapas. Esse é um dos outros motivos pelos quais, em geral, se estudam as etapas separadamente.

Algumas das possíveis combinações das etapas mencionadas anteriormente são mostradas na Figura 29, considerando todas as formas de se iniciar uma chamada e dois *handovers*.

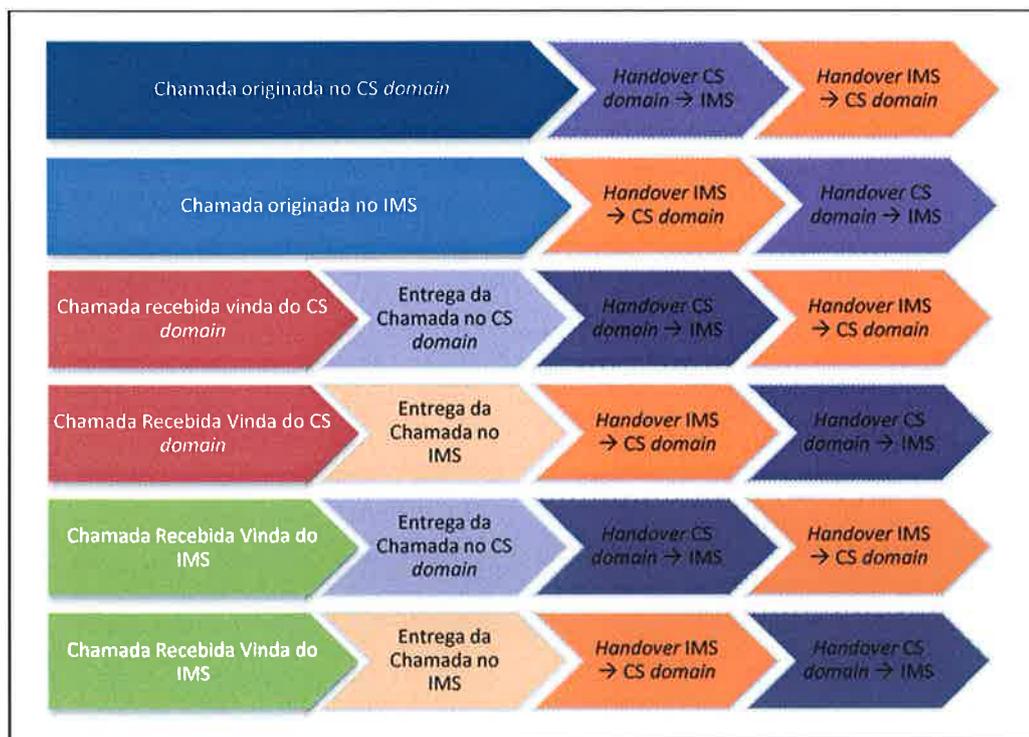


Figura 29 – Algumas combinações de etapas de uma chamada VCC

Entretanto, não é trivial compreender por completo o funcionamento do serviço VCC e da integração proporcionada pelo CDSF sem analisar cenários que passem por todas essas etapas. A seguir são expostos dois cenários completos, com início de chamada, alguns *handovers* e fim de chamada, a fim de clarificar o funcionamento da proposta aqui descrita.

4.2.1 Cenário de Chamada Originada

A seguir será apresentado um cenário completo, onde um cliente inicia uma chamada no CS *domain* depois faz um *handover* para IMS e outro *handover* para o CS *domain*. Tal cenário é representado na Figura 30.

O cliente VCC UE #A tem a SIP URI alfa@ptinovacao.pt como identidade pública e também o endereço telefônico internacional E.164 (ITU, 2005a) +551199000001 e possui o Serviço VCC. O destino CS UE #B tem o endereço telefônico +551199000002 e não possui o Serviço VCC. O IMRN utilizado para alcançar a MGCF #1 é +551199000008. O VDI utilizado para indicar o pedido de *handover* é handover@ptinovacao.pt e o VDN é +551199000009.

NOTAS:

- a) Foram suprimidas as mensagens SIP Prack e SIP 183 (Session Progress) para melhor entendimento do diagrama. Tais mensagens são utilizadas antes do estabelecimento do canal de voz IMS, para negociação do tipo de sessão a ser iniciada, utilizando para isso o protocolo *Session Description Protocol* (SDP);
- b) As mensagens entre os UEs e as MSCs vizinhas, referentes à rede de acesso são genéricas e fazem apenas referência aos procedimentos que são realizados nessa interface. Dependendo do tipo de tecnologia de acesso e transmissão utilizadas as mensagens podem variar;
- c) As *Media Gateways* MGCF #1 e MGCF #2 do laboratório possuem apenas canais analógicos que são ramais analógicos de uma Central Telefônica (PABX). Dessa forma, o ISUP a elas direcionado é interpretado por essa Central Telefônica e as chamadas são encaminhadas aos ramais correspondentes. Em consequência, os dados da chamada (origem, destino, destino original, entre outros) são perdidos nessa etapa;
- d) No diagrama foram apenas representadas as entidades do plano de controle, responsáveis pela sinalização trocada em todas as etapas da chamada. Por exemplo, não figuram as MGW “pares” das MGCFs: a MGCF #1 controla a MGW #1 e a MGCF #2 controla a MGW #2. Também não figuram as SGWs, que seriam pares das MGCFs, tendo sido aqui consideradas como o mesmo elemento;
- e) Algumas entidades foram aqui representadas como duplicadas, mas podem ser fisicamente as mesmas, embora pratiquem ambas as funções aqui atribuídas a duas entidades. É o caso das VMSCs (VMSC #A e VMSC #B), MGCFs (MGCF #1 e MGCF #2) e MGWs (MGW #1 e MGW #2);

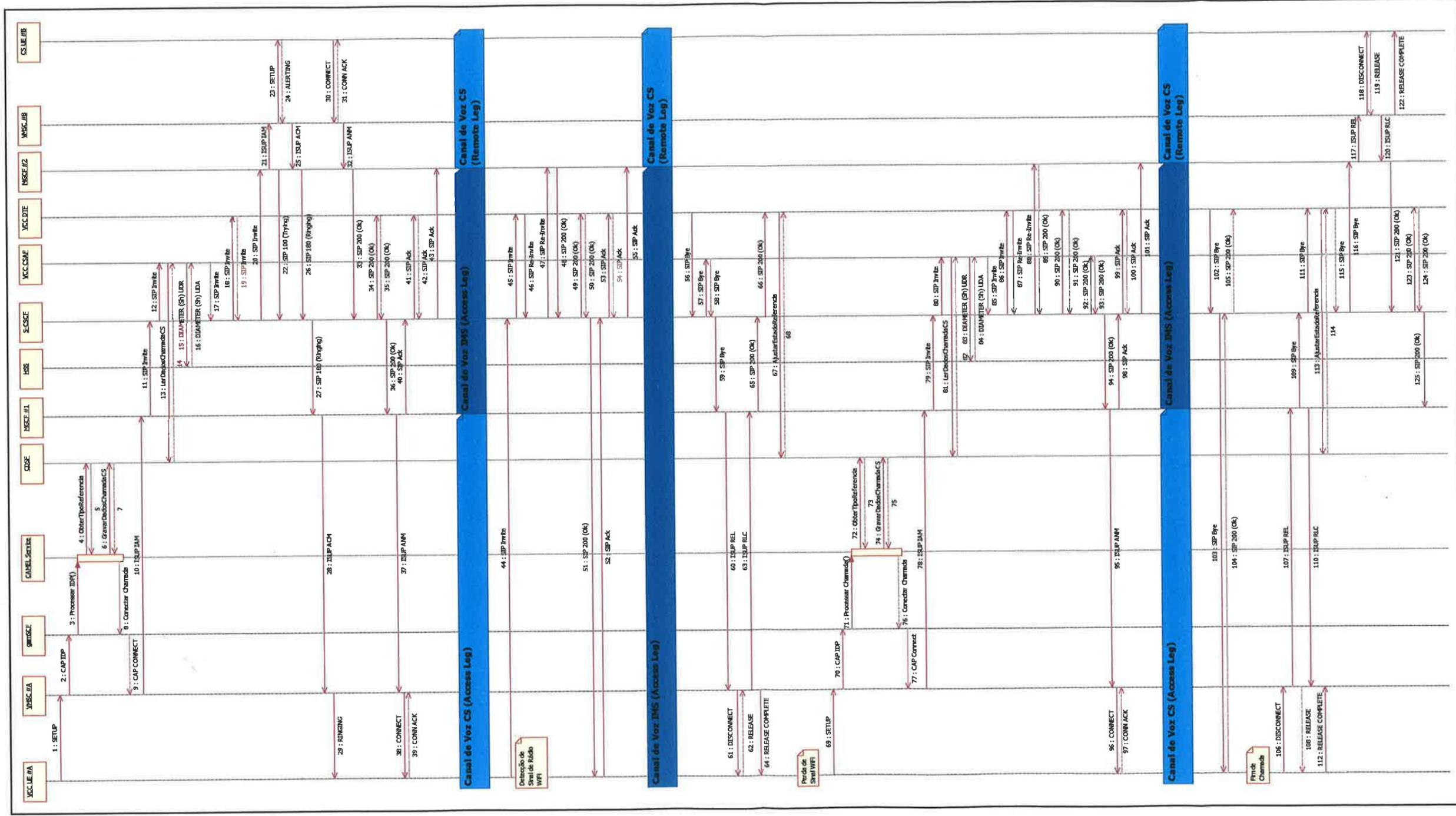


Figura 30 – Chamada originada no CS domain e handover para o IMS e depois para o CS domain

- f) A MSC que trata as chamadas encaminhadas para o CSRN poderia ser uma *Gateway MSC* (GMSC), mas para simplificação do ambiente de laboratório, o CSRN utilizado era o número de um celular que estava visitando a mesma MSC do destino da chamada.

A seguir serão detalhados os passos representados na Figura 30. Em alguns passos, são exibidas figuras com a situação no momento das tabelas do CDSF. Em outros passos, são mostrados os registros (*logs*) de funcionamento do CDSF, com os parâmetros recebidos e os resultados de seu processamento. Também serão apresentadas algumas mensagens SIP trocadas em determinados passos, entre determinadas entidades. Algumas capturas de tela do terminal VCC UE #A serão, também, apresentadas. A Figura 31 ilustra o *software* cliente do VCC UE em situação inicial, antes de estabelecer a chamada. Em destaque, o círculo vermelho indica os ícones no aparelho que informam que o mesmo está registrado na rede IMS e na GSM, respectivamente. O retângulo azul indica que no momento está sendo utilizada a rede GSM da Vivo.



Figura 31 – Captura de tela do *software* do VCC UE em estado inicial

1. Inicialmente, o VCC UE #A envia uma mensagem de SETUP para sua MSC visitada, VMSC #A, com destino +551199000002;

2. A VMSC #A, após consultar o HLR de #A e receber um Camel CSI com indicações que aquele cliente tem um Camel *Service* (3GPP, 2007g), interroga o gsmSCF com uma CAP IDP, tendo como *Calling Party* +551199000001 e *Called Party* 99000002 (formato de marcação local);
3. gsmSCF interage com o Camel *Service*, solicitando o processamento da IDP;
4. O Camel *Service* solicita ao CDSF que determine qual o tipo de referência utilizado na IDP que está sendo analisada, enviando para isso o *Called Party* recebido 99000002, acrescentando a ele localização do VCC UE #A (11) que não é obrigatória em uma chamada local na chamada do método *ObterTipoReferencia*;
5. O CDSF não encontra o número 1199000002 em sua tabela Referências (que pode ser observada na Figura 33) e retorna essa informação para o Camel *Service*, conforme o *log* que pode ser observado na Figura 32;
6. O Camel *Service* envia informações da chamada para o CDSF, invocando o método *GravarDadosChamadaCS*, indicando como origem +551199000001, destino 1199000002, tipo de chamada “Ancoragem” e *leg* “Originadora”;

```

2007-11-26 17:22:11 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:11 CDSF INF 5 | Início do ObterTipoReferencia
2007-11-26 17:22:11 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:11 CDSF INF 5 | -> Referencia: 1199000002
2007-11-26 17:22:11 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:11 CDSF INF 5 | <- Tipo Referencia: Indefinido
2007-11-26 17:22:11 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 32 – Log do CDSF ao processar o método *ObterTipoReferencia*

REFERÊNCIAS:			
Subpartitions	Stats/Size	Referential	Used By
Columns	Indexes	Constraints	Policies
Triggers	Data	Scripts	Grants
Synonyms	Partitions	Auditing	
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO
+551199000008	IMRN	L	{null}
+551199000009	VDN	L	{null}
+551199000007	CSRN	L	{null}

Figura 33 – Situação da tabela Referências após processar o método *ObterTipoReferencia*

7. O CDSF encontra um IMRN livre na tabela de Referências (Figura 35), marca-o como “Ocupado”, armazena os dados da chamada na tabela de *Controle_de_Utilização* (Figura 36) e retorna o IMRN (1199000008), conforme a Figura 34;

```

2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | Início do GravarDadosChamadaCS
2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | -> Calling: +551199000001, Called: 1199000002
2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | -> Tipo Referencia: Indefinido, Leg: Originadora
2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | <- IMRN: 1199000008, Tipo Chamada: Ancoragem
2007-11-26 17:22:12 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 34 – Log do CDSF ao processar o método GravarDadosChamadaCS

REFERÊNCIAS:

Subpartitions	Stats/Size	Referential	Used By	Policies	Auditing			
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO					
+551199000008	IMRN	O	26/11/2007 17:22:12					
+551199000009	VDN	L	{null}					
+551199000007	CSRN	L	{null}					

Figura 35 – Situação da tabela Referências após processar o método GravarDadosChamadasCS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO:

Used By	Policies	Auditing									
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions	Stats/Size	Referential
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA				
+551199000008	G	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	{null}				

Figura 36 – Situação da tabela Controle de Utilização após processar o método GravarDadosChamadasCS

8. Com o IMRN 1199000008 o Camel *Service* instrui o gsmSCF a conectar a chamada no novo destino;
9. O gsmSCF envia uma mensagem CAP Connect para a VMSC #A, com *Destination Routing Address* 1199000008;
10. A VMSC #A analisa o endereço do destino 1199000008 e roteia a chamada para o MGCF #1 utilizando uma ISUP IAM (ITU, 2001);
11. A MGCF #1 recebe a ISUP IAM e a converte em um SIP Invite e o envia para o S-CSCF no IMS *Core*;
12. O S-CSCF encaminha este SIP Invite para as aplicações registradas no HSS para o destino IMRN 1199000008, que é considerado um PSI. O VCC CSAF é a primeira aplicação que receberá esta mensagem, que pode ser observada na Figura 37;
13. Com este SIP Invite, o VCC CSAF invoca o método LerDadosChamadaCS do CDSF, passando como referência o IMRN 1199000008 que recebeu como TO no SIP Invite;

```

INVITE sip:1199000008@ptinovacao.pt SIP/2.0
Record-Route: <sip:mt@scscf.ptinovacao.pt:6060;lr>
Route: <sip:vccmo@ipjib.ptinovacao.pt:5060;lr>
Route:
<sip:iscmark@scscf.ptinovacao.pt:6060;lr;s=1;h=0;d=2;a=7369703a3030353531313338383832363136407074696e6f7661
63616f2e7074>
Via: SIP/2.0/UDP 10.51.160.234:6060;branch=z9hG4bK8a68.a6acd31.0
Via: SIP/2.0/UDP 10.51.160.234;branch=z9hG4bK8a68.00c1ab71.0
Via: SIP/2.0/UDP 10.51.160.17:5060;branch=z9hG4bK153823c0;rport=5060
From: "asterisk" <sip:asterisk@ptinovacao.pt>;tag=as3e07320c
To: <sip:1199000008@ptinovacao.pt>
Contact: <sip:asterisk@10.51.160.17;transport=UDP>
Call-ID: 59ac650c7f5d86647ffaa8ed1a99bc96@ptinovacao.pt
CSeq: 102 INVITE
User-Agent: Asterisk PBX
Max-Forwards: 15
Date: Fri, 11 Jan 2008 15:55:51 GMT
Allow: INVITE,ACK,CANCEL,OPTIONS,BYE,REFER,SUBSCRIBE,NOTIFY
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 238

v=0; o=root 3199 3199 IN IP4 10.51.160.17; s=session; c=IN IP4 10.51.160.17; t=0 0; m=audio 17884 RTP/AVP 0 8 101 ;
a=rtpmap:0 PCMU/8000; a=rtpmap:8 PCMA/8000; a=rtpmap:101 telephone-event/8000; a=fmtp:101 0-16;
a=silenceSupp:off - - -

```

Figura 37 – *Dump* da mensagem SIP Invite enviada pelo S-CSCF ao VCC CSAF

14. O CDSF pesquisa na tabela de Controle_de_Utilização (Figura 39) pela referência recebida (1199000008) e encontra os dados originais da chamada, marca-os como “Lido” e retorna o destino original da chamada +551199000002, que foi perdido no passo 8, bem como a origem da chamada +551199000001, que foi perdida ao atingir a MGCF #1, no passo 11 (nota c). O *log* do CDSF pode ser visto na Figura 38;

```

2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | Inicio do LerDadosChamadaCS
2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | -> IMRN: 1199000008
2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | <- Calling: +551199000001, Called: +551199000002
2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | <- Leg: Originadora, Tipo Chamada: Ancoragem
2007-11-26 17:22:22 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 38 – *Log* do CDSF ao processar o método LerDadosChamadaCS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO:																											
Used By				Policies				Auditing																			
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions	Stats/Size	Referential																
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> 🔍 📄 🔄 ⏪ ⏩ + - ↕ ⌂ 👤 </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>REFERÊNCIA</th> <th>STATUS</th> <th>CHAMADOR</th> <th>CHAMADO</th> <th>LEG</th> <th>TIPO</th> <th>DATA_GRAVAÇÃO</th> <th>DATA_LEITURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+551199000008</td> <td>L</td> <td>+551199000001</td> <td>+551199000002</td> <td>O</td> <td>A</td> <td>2007/11/26 17:22:12</td> <td>2007/11/26 17:22:22</td> </tr> </tbody> </table>												REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA	+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA																				
+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22																				

Figura 39 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método LerDadosChamadaCS

15. Em seguida, o VCC CSAF consulta o HSS sobre a identidade pública do usuário VCC UE #A no IMS utilizando a origem recuperada no passo 14. O VCC CSAF utiliza a interface Diameter Sh (3GPP, 2006c), enviando uma mensagem UDR passando como

- referência o MSISDN +551199000001, como uma das identidades do VCC UE #A no HSS;
16. O HSS responde com uma UDA contendo o IMS *user id* (SIP URI) do VCC UE #A alfa@ptinovacao.pt;
 17. Agora com a identidade correta do VCC UE #A, o VCC CSAF retorna o SIP Invite para o S-CSCF, tendo FROM alfa@ptinovacao.pt e TO 1199000002;
 18. Com a nova identidade, o S-CSCF encaminha o SIP Invite para as aplicações que o VCC UE #A tem registradas no HSS, das quais a primeira é o VCC DTF;
 19. O VCC DTF realiza a ancoragem da chamada, agindo como um B2BUA para controlar toda a chamada. Esse processo garante que o VCC DTF possa controlar a *Access Leg* e a *Remote Leg* da chamada e, quando necessário, trocar a *Access Leg*, durante o procedimento de transferência de domínio. Depois disso, o VCC DTF retorna o SIP Invite para o S-CSCF;
 20. O S-CSCF envia o SIP Invite para o destino final, que deve ser atingido através da MGCF #2, que é a forma do IMS atingir a rede do CS UE #B 1199000002;
 21. A MGCF #2 traduz o SIP Invite para uma nova ISUP IAM que é entregue para a VMSC #B, que é a MSC visitada pelo CS UE #B;
 22. A MGCF #2 informa o S-CSCF que está encaminhando a chamada, enviando um SIP 100 (Trying);
 23. Finalmente, o CS UE #B recebe a mensagem de SETUP indicando que está recebendo uma chamada do VCC UE #A;
 24. O CS UE #B informa que está tocando o sinal de alerta para seu usuário, informando a VMSC #B com uma mensagem de ALERTING;
 25. A VMSC #B traduz essa mensagem no ISUP ACM (*Address Complete Message*) informando a MGCF #2 de que o destino já está sendo chamado;
 26. A MGCF #2 informa o S-CSCF da mensagem que recebeu utilizando um SIP 180 (Ringing);
 27. O S-CSCF repassa o SIP 180 (Ringing) recebido para a MGCF #1;
 28. A MGCF #1 traduz a mensagem recebida para uma ISUP ACM e a encaminha para a VMSC #A;
 29. A VMSC #A encaminha uma mensagem de ALERTING para o terminal VCC UE #A de forma que o mesmo gere o sinal característico de “chamando”;
 30. O CS UE #B 1199000002 atende a chamada e gera um CONNECT para a VMSC #B;

31. A VMSC #B responde com um CONNECT ACKNOWLEDGE para o CS UE #B confirmando o CONNECT recebido;
32. A VMSC #B informa a MGCF #2 do atendimento enviando uma ISUP ANM (*Answer Notification Message*);
33. A MGCF #2 traduz a ISUP ANM em um SIP 200 (Ok) e o envia para o S-CSCF, para informar o atendimento;
34. No passo 18, o S-CSCF recebeu *triggers* do HSS para a aplicação VCC. Nesses *triggers*, havia indicação de necessidade de análise de atendimento e assim, o SIP 200 (Ok) é informado ao VCC DTF;
35. O VCC DTF registra em seu controle de chamadas (B2BUA) o atendimento e retorna a mensagem SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
36. O S-CSCF retorna a mensagem de atendimento SIP 200 (Ok) para a MGCF #1;
37. A MGCF #1 traduz o SIP 200 (Ok) para uma ISUP ANM indicando à VMSC #A o atendimento da chamada;
38. A VMSC #A informa o VCC UE #A que o destino CS UE #B atendeu a chamada e já é possível enviar áudio para conversação com um CONNECT;
39. O VCC UE #A confirma o recebimento da mensagem de CONNECT com um CONNECT ACKNOWLEDGE;
40. A MGCF #1 logo após o envio do ISUP ANM envia um SIP Ack para o S-CSCF informando que já foi conectada a origem e que já pode ser criado o caminho de áudio entre a origem e o destino. Nesse instante já começa a converter (utilizando a MGW #1) o áudio recebido do VCC UE #A para um fluxo RTP a ser encaminhado para a MGW #2 controlada pela MGCF #2;
41. O S-CSCF notifica o VCC DTF do SIP Ack;
42. O VCC DTF registra essa mudança de estado da chamada e devolve o SIP Ack para o S-CSCF;
43. O S-CSCF encaminha o SIP Ack para a MGCF #2. Assim, esta conecta na MGW #2 o áudio recebido do CS UE #B com o fluxo RTP recebido da MGW #1 (que o recebeu do VCC UE #B);
- ① Nesse momento está estabelecido o canal de voz entre a origem e o destino, passando pelo plano de dados de usuário do CS *domain* (representado em azul claro) da origem, do IMS (representado em azul escuro) da origem e do CS *domain* (representado em azul claro) do destino. A Figura 40 ilustra a situação do terminal com uma chamada estabelecida utilizando *Access Leg* GSM;



Figura 40 – Captura de tela do *software* do VCC UE com chamada GSM em curso

44. Com a detecção do sinal de rádio de uma rede WiFi, que dá acesso ao IMS do VCC UE #A, no qual o cliente já estava registrado (caso não estivesse, bastaria realizar o procedimento de registro), o VCC UE #A decide mudar de domínio, segundo as políticas da operadora e as preferências do usuário nele configuradas. Para isso, envia um SIP Invite para o S-CSCF com o VDI como destino indicado no campo TO preenchido com handover@ptinovacao.pt e origem no campo FROM contendo alfa@ptinovacao.pt;
45. O S-CSCF encaminha o SIP Invite para as aplicações registradas no HSS para o PSI handover@ptinovacao.pt. A primeira aplicação registrada é o VCC DTF;
46. O VCC DTF reconhece o pedido de *handover* ao receber o SIP Invite. Com isso, inicia a notificação de atualização da *Access Leg* para a *Remote Leg*, enviando um SIP Re-Invite via S-CSCF para o destino com as novas informações da *Access Leg*, como por exemplo, o novo endereço da fonte do fluxo RTP (alfa@ptinovacao.pt), bem como uma nova oferta de sessão SDP;
47. O S-CSCF encaminha o SIP Re-Invite para a MGCF #2;
48. A MGCF #2 se prepara para receber o novo fluxo RTP agora diretamente do VCC UE #A, ao invés da MGW #1. Após isso, responde ao S-CSCF com um SIP 200 (Ok);

49. O S-CSCF encaminha o SIP 200 (Ok) para o VCC DTF que registra o novo estado das *legs* da chamada;
 50. O VCC DTF devolve o SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
 51. O S-CSCF encaminha o SIP 200 (Ok) para o VCC UE #A, que começa a enviar o fluxo RTP diretamente para a MGW #2;
 52. O VCC UE #A envia um SIP Ack confirmando o recebimento do SIP 200 (Ok) e o início do envio do fluxo RTP para o S-CSCF;
 53. O S-CSCF encaminha o SIP Ack recebido para o VCC DTF;
 54. O VCC DTF atualiza a situação da *Access Leg* da chamada e devolve o SIP Ack para o S-CSCF;
 55. O S-CSCF encaminha o SIP Ack para a MGCF #2 para confirmar a atualização da *Access Leg* e nesse momento a MGCF #2 passa a utilizar o fluxo RTP vindo do VCC UE #A para encaminhar via MGW #2 para o CS #B;
- ① Nesse momento está estabelecido outro canal de voz entre a origem e o destino, passando pelo plano de dados de usuário do IMS (representado em azul escuro) da origem e do CS *domain* (representado em azul claro) do destino. A Figura 41 ilustra a situação do *software* cliente do VCC UE #A indicando que houve *handover* da *Access Leg* para IMS (retângulo azul agora informa VoIP ao invés de Vivo);

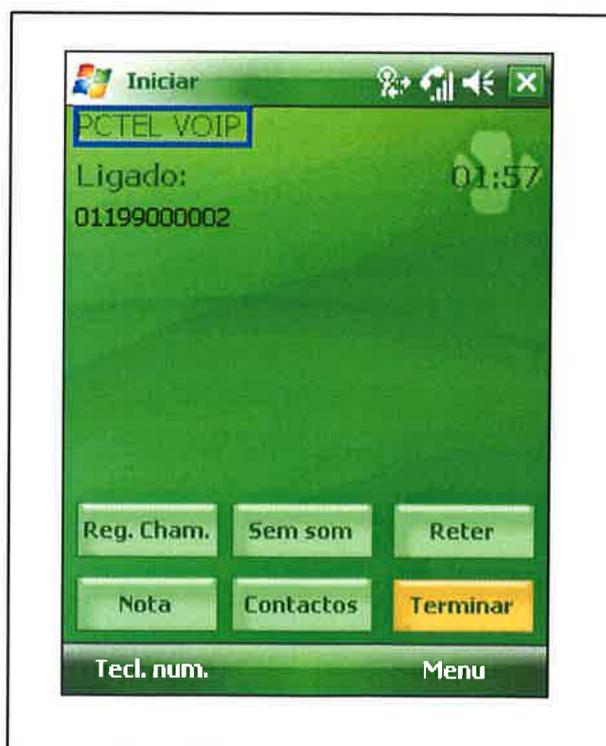


Figura 41 – Captura de tela do *software* do VCC UE após *handover* para IMS

56. Após o SIP Ack recebido do S-CSCF, o VCC DTF ordena a desconexão da *Access Leg* anterior, via *CS domain*, enviando ao S-CSCF um SIP Bye;
57. O SIP Bye é encaminhado pelo S-CSCF ao VCC CSAF que foi o responsável pelo recebimento da chamada inicial, antes da ancoragem da mesma, nos passos de 13 a 17;
58. O VCC CSAF providencia o desligamento da chamada CS original, enviando o SIP Bye de volta ao S-CSCF com destino a MGCF #1;
59. O S-CSCF encaminha o SIP Bye a MGCF #1, para que essa desligue a chamada CS;
60. A MGCF #1 traduz o SIP Bye em ISUP REL (*RELease call*) que instruirá a VMSC #A de origem a desligar o canal de voz que existe conectado ao VCC UE #A;
61. A VMSC #A envia um DISCONNECT ao VCC UE #A para desligar a conexão via rádio que estava estabelecida;
62. O VCC UE #A confirma o DISCONNECT recebido com um RELEASE e encerra a transmissão via rádio CS;
63. A VMSC #A informa a MGCF #1 de que a conexão de voz com o VCC UE #A foi encerrada com uma ISUP RLC (*Release Call Complete*);
64. A VMSC #A informa o VCC UE #A que a desconexão foi completada com um RELEASE COMPLETE;
65. A MGCF #1 ao receber a ISUP RLC a traduz para um SIP 200 (Ok) confirmando para o S-CSCF que a chamada da antiga *Access Leg* foi desligada;
66. O S-CSCF envia o SIP 200 (Ok) para o VCC DTF, confirmando o fim da chamada original;
67. O VCC DTF invoca o método *AjustarEstadoReferencia* do CDSF para informar que o IMRN 1199000008 agora está “Livre”;
68. O CDSF atualiza sua tabela de Referências (Figura 43) com o novo estado do IMRN 1199000008, conforme a Figura 42;
69. Com a detecção da perda iminente de sinal de rádio da rede WiFi em utilização, através do aumento da perda de sinal (limiar em dB, configurável no *software* cliente existente no VCC UE), o VCC UE #A decide voltar para o *CS domain*. Para isso, um SETUP para a VMSC #A tendo como destino o VDN 1199000009;
70. A VMSC #A analisando os *triggers* Camel do VCC UE #A, envia uma CAP IDP para o gsmSCF, tendo como *Calling Party* 1199000001 e *Called Party* 1199000009;
71. O gsmSCF solicita ao Camel *Service* que processe a IDP recebida;

```

2007-11-26 17:23:41 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:23:41 CDSF INF 5 | Início do AjustarEstadoReferencia
2007-11-26 17:23:41 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:23:41 CDSF INF 5 | -> Referencia: 1199000008, Estado: Livre
2007-11-26 17:23:41 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:23:41 CDSF INF 5 | Estado Ajustado!
2007-11-26 17:23:41 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 42 – Log do CDSF ao processar o método AjustarEstadoReferencia

REFERÊNCIAS:			
Stats/Size	Referential	Used By	Policies
Columns	Indexes	Constraints	Triggers
	Data	Scripts	Grants
		Synonyms	Partitions
			Subpartitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO
+551199000008	IMRN	L	2007/11/26 17:23:41
+551199000009	VDN	L	{null}
+551199000007	CSRN	L	{null}

Figura 43 – Situação da tabela Referências após processar o método AjustarEstadoReferencia

72. O Camel *Service* solicita ao CDSF o tipo de referência em questão, utilizando-se do método `ObterTipoReferencia` passando como referência o número chamado recebido (1199000009);
73. O CDSF consulta sua tabela Referências (Figura 45) e conclui que aquela referência é um VDN e então retorna essa informação para o Camel *Service*, conforme a Figura 44;

```

2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | Início do ObterTipoReferencia
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -> Referencia: 1199000009
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | <- Tipo Referencia: VDN
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 44 – Log do CDSF ao processar o método ObterTipoReferencia

REFERÊNCIAS:			
Stats/Size	Referential	Used By	Policies
Columns	Indexes	Constraints	Triggers
	Data	Scripts	Grants
		Synonyms	Partitions
			Subpartitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO
+551199000008	IMRN	L	2007/11/26 17:23:41
+551199000009	VDN	L	{null}
+551199000007	CSRN	L	{null}

Figura 45 – Situação da tabela Referências após processar o método ObterTipoReferencia

74. O Camel *Service* solicita ao CDSF que grave os dados daquela chamada, enviando um pedido de `GravarDadosChamadasCS` ao CDSF com 1199000001 como origem,

- 1199000009 como destino, chamada do tipo “Handover” e leg “Originadora”;
75. O CDSF encontra um IMRN livre na tabela de Referências (Figura 47), marca-o como “Ocupado”, armazena os dados recebidos da chamada na tabela de Controle_de_Utilização (Figura 48) e retorna o IMRN (1199000008), conforme o log da Figura 46;

```

2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | Inicio do GravarDadosChamadaCS
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -> Calling: 1199000001, Called: 1199000009
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -> Tipo da Referencia: VDN, Leg: Originadora
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | <- IMRN: 1199000008, Tipo Chamada: Handover
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 46 – Log do CDSF ao processar o método GravarDadosChamadaCS

REFERÊNCIAS:			
Stats/Size	Referential	Used By	Policies
Columns	Indexes	Constraints	Triggers
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO
+551199000008	IMRN	O	2007/11/26 17:24:15
+551199000009	VDN	L	{null}
+551199000007	CSRN	L	{null}

Figura 47 – Situação da tabela Referências após processar o método GravarDadosChamadaCS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO:							
Used By	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions	Auditing
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA
+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22
I +551199000008	G	+551199000001	+551199000009	O	H	2007/11/26 17:24:15	{null}

Figura 48 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método GravarDadosChamadaCS

76. O Camel Service ordena ao gsmSCF que conecte a chamada no IMRN 1199000008 recebido do CDSF;
77. O gsmSCF envia uma CAP CONNECT com Destination Routing Address 1199000008 para a VMSC #A;
78. A VMSC #A envia uma ISUP IAM com Calling Party 1199000001 e Called Party 1199000008 para a MGCF #1;
79. A MGCF #1 traduz a ISUP IAM em um SIP Invite e o encaminha para o S-CSCF no IMS Core;

80. O S-CSCF encaminha o SIP Invite para as aplicações registradas no HSS para o destino IMRN 1199000008, que é considerado um PSI. O VCC CSAF é a primeira que receberá esta mensagem;
81. Com este SIP Invite, o VCC CSAF invoca o método LerDadosChamadaCS do CDSF, passando como referência o IMRN 1199000008 que recebeu como TO no SIP Invite;
82. O CDSF pesquisa na tabela de Controle_de_Utilização (Figura 50) pela referência recebida (1199000008) e encontra os dados originais da chamada, marca-os como “Lido” e retorna o destino original da chamada 1199000009, que foi perdido no passo 76, bem como a origem da chamada 1199000001, que foi perdida ao atingir a MGCF #1, no passo 79 (nota c). O log do funcionamento do CDSF se encontra na Figura 49;

```

2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | Início do LerDadosChamadaCS
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -> IMRN: 1199000008
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | <- Calling: 1199000001, Called: 1199000009
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | <- Leg: Originadora, Tipo Chamada: Handover
2007-11-26 17:24:15 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 49 – Log do CDSF ao processar o método LerDadosChamadaCS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO							
Used By				Policies		Auditing	
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms
Partitions	Subpartitions	Stats/Size	Referential				
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA
+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22
+551199000008	L	+551199000001	+551199000009	O	H	2007/11/26 17:24:15	2007/11/26 17:24:15

Figura 50 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método LerDadosChamadaCS

83. Em seguida, o VCC CSAF consulta o HSS sobre a identidade pública do usuário VCC UE #A no IMS utilizando a origem recuperada no passo 82. O VCC CSAF utiliza a interface Diameter Sh (3GPP, 2006c), enviando uma mensagem UDR passando como referência o MSISDN +551199000001, como uma das identidades do VCC UE #A no HSS;
84. O HSS responde com uma UDA contendo o IMS *user id* (SIP URI) do VCC UE #A alfa@ptinovacao.pt;
85. Agora com a identidade correta do VCC UE #A, o VCC CSAF retorna o SIP Invite para o S-CSCF, tendo FROM alfa@ptinovacao.pt e TO 1199000009;

86. Com a nova identidade, o S-CSCF encaminha o SIP Invite para as aplicações que o VCC UE #A tem registradas no HSS, das quais a primeira é o VCC DTF;
87. O VCC DTF conclui que a chamada é um pedido de *handover* de uma chamada já ancorada, dado que o destino da nova chamada é o VDN e o VCC DTF já tem em seu controle, uma chamada ancorada do mesmo VCC UE (alfa@ptinovacao.pt). Assim, inicia a notificação de nova atualização da *Access Leg* para a *Remote Leg*, enviando um SIP Re-Invite via S-CSCF para o destino com as novas informações da *Access Leg*, como por exemplo, o novo endereço da fonte do fluxo RTP (MGW #1), bem como uma nova oferta de sessão SDP;
88. O S-CSCF encaminha o SIP Re-Invite para a MGCF #2;
89. A MGCF #2 se prepara para receber o novo fluxo RTP novamente a partir da MGW #1, ao invés do VCC UE #A. Após isso, responde ao S-CSCF com um SIP 200 (Ok);
90. O S-CSCF encaminha o SIP 200 (Ok) para o VCC DTF que registra o novo estado das *legs* da chamada;
91. O VCC DTF devolve o SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
92. O S-CSCF encaminha o SIP 200 (Ok) para o VCC CSAF, para atingir a seguir a origem da chamada;
93. O VCC CSAF retorna o SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
94. O S-CSCF direciona o SIP 200 (Ok) para a MGCF #1, que já prepara a MGW #1 para receber o áudio do VCC UE #A e converter em fluxo RTP;
95. A MGCF #1 envia uma SIP ANM para indicar a VMSC #A que já é possível iniciar o envio de áudio, pois a chamada já foi atendida;
96. A VMSC #A envia um CONNECT ao VCC UE #A;
97. O VCC UE #A inicia o envio de áudio para a MGW #1 e confirma o recebimento do CONNECT e do início do envio de áudio com um CONNECT ACKNOWLEDGE;
98. A MGCF #1 envia um SIP Ack para o S-CSCF, confirmando que foi dado o atendimento para a nova origem da *Access Leg*;
99. O S-CSCF encaminha o SIP Ack recebido para o VCC DTF;
100. O VCC DTF atualiza a situação da *Access Leg* da chamada e devolve o SIP Ack para o S-CSCF;
101. O S-CSCF encaminha o SIP Ack para a MGCF #2 para confirmar a atualização da *Access Leg* e nesse momento a MGCF #2 passa a utilizar o fluxo RTP vindo da MGW #1 para encaminhar via MGW #2 para o CS #B;

- ① Nesse momento está estabelecido outro canal de voz entre a origem e o destino, passando pelo plano de dados de usuário do CS *domain* (representado em azul claro) da origem, do IMS (representado em azul escuro) da origem e do CS *domain* (representado em azul claro) do destino;
102. Após o SIP Ack recebido do S-CSCF, o VCC DTF ordena a desconexão da *Access Leg* anterior, via IMS, enviando ao S-CSCF um SIP Bye;
103. O SIP Bye é encaminhado pelo S-CSCF ao VCC UE #A. Caso o VCC UE #A já tenha saído da área de cobertura WiFi em que se encontrava os dois passos a seguir podem não ocorrer. Dessa forma, o VCC DTF deve considerar o *time-out* normal do SIP para a chegada da confirmação deste SIP Bye (SIP 200 Ok);
104. O VCC UE #A encerra o envio do fluxo RTP para a MGW #2. E confirma esse encerramento retornando um SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
105. O S-CSCF envia o SIP 200 (Ok) para o VCC DTF, confirmando o fim da chamada IMS anterior;
106. Quando o usuário decidir desligar a chamada, o VCC UE #A envia um DISCONNECT à VMSC #A;
107. A VMSC #A envia uma ISUP REL para a MGCF #1, indicando o desejo do VCC UE #A em encerrar a chamada;
108. A VMSC #A encerra a chamada enviando um RELEASE para o VCC UE #A;
109. A MGCF #1 envia um SIP Bye para o S-CSCF para indicar o fim de chamada;
110. A MGCF #1 envia uma ISUP RLC para a VMSC #A confirmando o fim de chamada;
111. O S-CSCF envia o SIP Bye para o VCC DTF;
112. O VCC UE #A envia um RELEASE COMPLETE para a VMSC #A;
113. O VCC DTF envia um AjustarEstadoReferencia alterando para “Livre” o estado do IMRN 1199000008 ao CDSF;
114. O CDSF atualiza sua tabela de Referências (Figura 52) com o novo estado do IMRN 1199000008, conforme a Figura 51;
115. Após esse procedimento, o VCC DTF retorna o SIP Bye ao S-CSCF;
116. O S-CSCF envia o SIP Bye para a MGCF #2, a fim de desligar a *Remote Leg*;
117. A MGCF #2 traduz o SIP Bye em ISUP REL que é enviada à VMSC #B;
118. A VMSC #B envia um DISCONNECT ao CS UE #B;
119. O CS UE #B retorna um RELEASE para a VMSC #B, confirmando que deixou de enviar áudio para a MGW #2;

```

2007-11-26 17:26:53 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:26:53 CDSF INF 5 | Início do AjustarEstadoReferencia
2007-11-26 17:26:53 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:26:53 CDSF INF 5 | -> Referencia: 1199000008, Estado: Livre
2007-11-26 17:26:53 CDSF INF 5 | -----
2007-11-26 17:26:53 CDSF INF 5 | Estado Ajustado!
2007-11-26 17:26:53 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 51 – Log do CDSF ao processar o método AjustarEstadoReferencia

REFERÊNCIAS:				
Stats/Size	Referential	Used By	Policies	Auditing
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data
				Scripts
				Grants
				Synonyms
				Partitions
				Subpartitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA UTILIZAÇÃO	
+551199000008	IMRN	L	2007/11/26 17:26:53	
+551199000009	VDN	L	{null}	
+551199000007	CSRN	L	{null}	

Figura 52 – Situação da tabela Referências após processar o método AjustarEstadoReferencia

120. A VMSC #B envia uma ISUP RLC para a MGCF #2. Essa ordena a MGW #2 a libertar o canal de voz que mantinha alocado para a chamada com o CS UE #B;
121. A MGCF #2 confirma o fim da chamada enviando um SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
122. A VMSC #B confirma o encerramento da chamada para o CS UE #B;
123. O S-CSCF confirma o fim da chamada para o VCC DTF com o SIP 200 (Ok);
124. O VCC DTF encerra seu controle sobre a chamada, removendo todos os controles que mantinha sobre a mesma, tendo como referência a identidade SIP do VCC UE #A, alfa@ptinovacao.pt. Após isso, retorna ao S-CSCF o SIP 200 (Ok);
125. O S-CSCF encerra todo seu controle sobre a chamada e encaminha o SIP 200 (Ok) para a MGCF #1, que também encerra seu controle sobre a chamada, libertando os recursos que tinha reservados para a mesma.

4.2.2 Cenário de Chamada Recebida

Outro cenário completo é representado na Figura 53 e detalhado a seguir, onde um cliente recebe uma chamada vinda do CS *domain* através do IMS e faz um handover para CS *domain*. O cliente CS UE #A tem o endereço telefônico internacional E.164 (ITU, 2005a) +551199000002 e não possui o Serviço VCC. O destino VCC UE #B tem a SIP URI alfa@ptinovacao.pt como identidade pública e também o endereço telefônico +551199000001 e possui o Serviço VCC. O IMRN utilizado para alcançar a MGCF #1 é +551199000008. O

CSRN utilizado para alcançar o gsmSCF é +551199000007. O VDI utilizado para indicar o pedido de *handover* é handover@ptinovacao.pt e o VDN é +551199000009.

NOTA: Aplicam-se as mesmas notas do cenário anterior.

A seguir serão detalhados os passos representados na Figura 53. Em alguns passos, são exibidas figuras com a situação no momento das tabelas do CDSF. Em outros passos, são mostrados os registros (*logs*) de funcionamento do CDSF, com os parâmetros recebidos e os resultados de seu processamento. Também serão apresentadas algumas mensagens SIP trocadas em determinados passos, entre determinadas entidades. Algumas capturas de tela do terminal VCC UE #B serão, também, apresentadas.

1. Inicialmente, o CS UE #A envia uma mensagem de SETUP para sua MSC visitada, VMSC #A, com destino 99000001 (formato de marcação local);
2. A VMSC #A envia uma ISUP IAM para a Rede ISUP com *Calling Party* +551199000002 e *Called Party* 1199000001 (formato de numeração nacional, formado a partir da adição da área de localização do CS UE #A "11" como prefixo do número de #B);
3. A Rede ISUP (assim chamada para resumir a interconexão entre MSCs e demais equipamentos das Operadoras de Telecomunicações que possibilitam a troca de sinalização e chamadas entre as mesmas) encaminha para a ISUP IAM para a Operadora do cliente VCC UE #B, onde a porta de entrada é a GMSC #B;
4. A GMSC #B, após consultar o HLR de #B e receber um Camel CSI com indicações que aquele cliente tem um Camel *Service* para chamadas recebidas, interroga o gsmSCF com uma CAP IDP, tendo como *Calling Party* +551199000002 e *Called Party* +551199000001 (formato internacional, gerado após a consulta no HLR #B, que armazena os clientes dessa forma, a fim de responder consultas em qualquer formato);
5. gsmSCF interage com o Camel *Service*, solicitando o processamento da IDP;
6. O Camel *Service* solicita ao CDSF que determine qual o tipo de referência utilizado na IDP que está sendo analisada, enviando para isso o *Called Party* recebido +551199000001 no método *ObterTipoReferencia*;

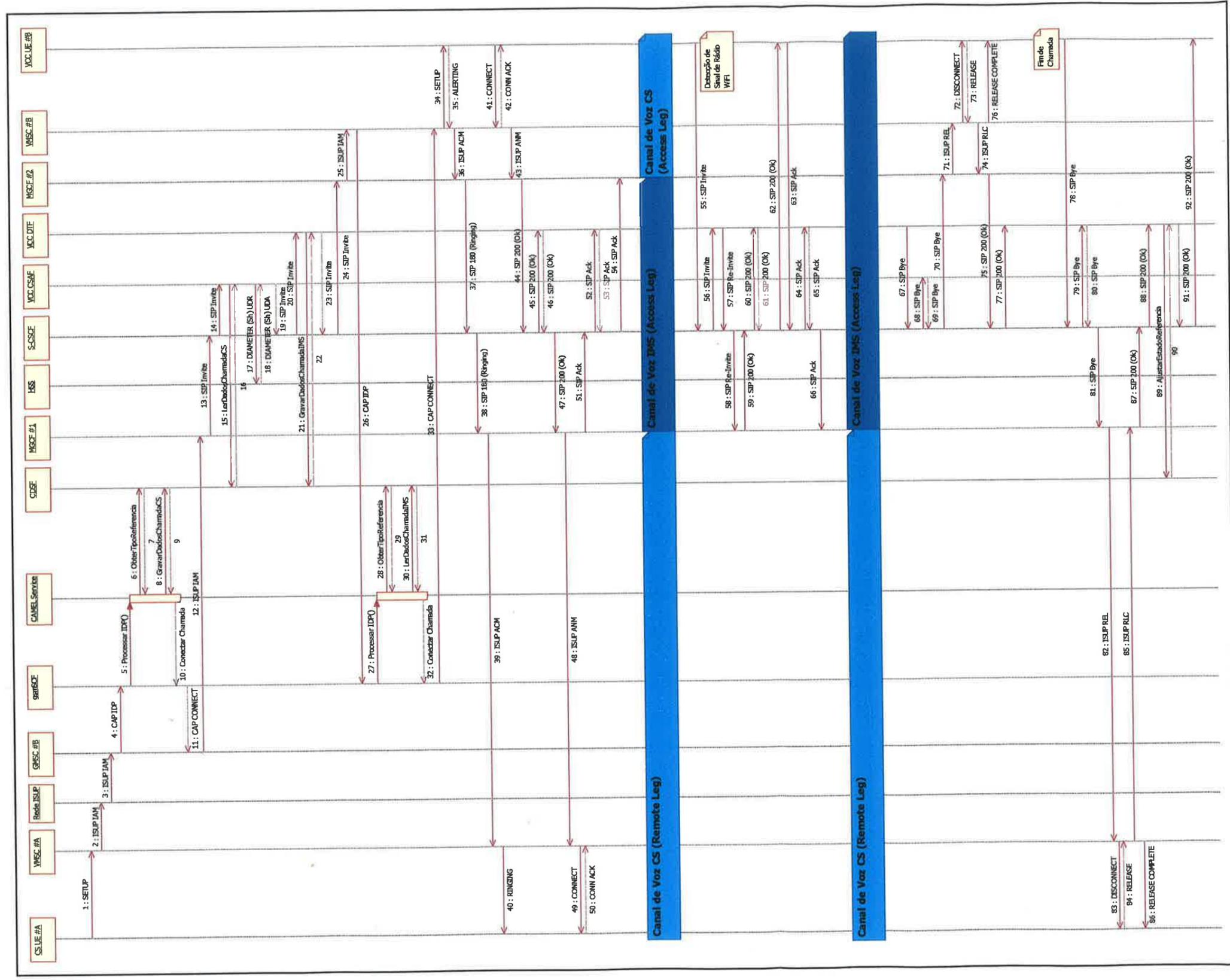


Figura 53 – Chamada recebida no CS domain e entregue no CS domain com handover para o IMS

7. O CDSF não encontra o número +551199000001 em sua tabela Referências (Figura 55) e retorna essa informação para o Camel *Service*, conforme o log da Figura 54;

```

2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | Início do ObterTipoReferencia
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -> Referencia: +551199000001
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | <- Tipo Referencia: Indefinido
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 54 – Log do CDSF ao processar o método ObterTipoReferencia

REFERÊNCIAS:									
Stats/Size		Referential		Used By	Policies	Auditing			
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO						
+551199000008	IMRN	L	2007/11/26 17:26:53						
+551199000009	VDN	L	{null}						
+551199000007	CSRN	L	{null}						

Figura 55 – Situação da tabela Referências após processar o método ObterTipoReferencia

8. O Camel *Service* envia informações da chamada para o CDSF, invocando o método GravarDadosChamadaCS, indicando como origem +551199000002, destino +55111199000001, tipo de chamada “Ancoragem” e leg “Receptora”;
9. O CDSF encontra um IMRN livre na tabela de Referências (Figura 57), marca-o como “Ocupado”, armazena os dados da chamada na tabela de Controle_de_Utilização (Figura 58) e retorna o IMRN (1199000008), conforme o log da Figura 56;
10. Com o IMRN 1199000008 o Camel *Service* instrui o gsmSCF a conectar a chamada no novo destino;

```

2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | Início do GravarDadosChamadaCS
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -> Calling: +551199000002, Called: +551199000001
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -> Tipo Referencia: Indefinido, Leg: Receptora
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | <- IMRN: 1199000008, Tipo Chamada: Ancoragem
2007-11-27 11:16:03 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 56 – Log do CDSF ao processar o método GravarDadosChamadaCS

REFERÊNCIAS:

Stats/Size	Referential	Used By	Policies	Auditing
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data
		Scripts	Grants	Synonyms
			Partitions	Subpartitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO	
I +551199000008	IMRN	O	2007/11/27 11:16:03	
+551199000009	VDN	L	{null}	
+551199000007	CSRN	L	{null}	

Figura 57 – Situação da tabela Referências após processar o método GravarDadosChamadaCS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO:

Used By	Policies	Auditing					
Columns	Indexes	Constraints					
Triggers	Data	Scripts					
Grants	Synonyms	Partitions					
Subpartitions	Stats/Size	Referential					
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA
+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22
+551199000008	L	+551199000001	+551199000009	O	H	2007/11/26 17:24:15	2007/11/26 17:24:15
+551199000008	G	+551199000002	+551199000001	R	A	2007/11/27 11:16:03	{null}

Figura 58 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método GravarDadosChamadaCS

11. O gsmSCF envia uma mensagem CAP Connect para a GMSC #B, com *Destination Routing Address* 1199000008;
12. A GMSC #B analisa o endereço do destino 1199000008 e roteia a chamada para o MGCF #1 utilizando uma ISUP IAM (ITU, 2001);
13. A MGCF #1 recebe a ISUP IAM e a converte em um SIP Invite e o envia para o S-CSCF no IMS Core;
14. O S-CSCF encaminha este SIP Invite para as aplicações registradas no HSS para o destino IMRN 1199000008, que é considerado um PSI. O VCC CSAF é a primeira aplicação que receberá esta mensagem;
15. Com este SIP Invite, o VCC CSAF invoca o método LerDadosChamadaCS do CDSF, passando como referência o IMRN 1199000008 que recebeu como TO no SIP Invite;
16. O CDSF pesquisa na tabela de Controle_de_Utilização (Figura 60) pela referência recebida (1199000008) e encontra os dados originais da chamada, marca-os como “Lido” e retorna o destino original da chamada +551199000001, que foi perdido no passo 10, bem como a origem da chamada +551199000002, que foi perdida ao atingir a MGCF #1, no passo 13 (nota c). O log do CDSF pode ser visto na Figura 59;

```

2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | Início do LerDadosChamadaCS
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -> IMRN: 1199000008
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | <- Calling: +551199000002, Called: +551199000001
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | <- Leg: Receptora, Tipo Chamada: Ancoragem
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 59 – Log do CDSF ao processar o método LerDadosChamadaCS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO:											
Used By		Policies			Auditing						
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions	Stats/Size	Referential
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA				
+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22				
+551199000008	L	+551199000001	+551199000009	O	H	2007/11/26 17:24:15	2007/11/26 17:24:15				
+551199000008	L	+551199000002	+551199000001	R	A	2007/11/27 11:16:03	2007/11/27 11:16:04				

Figura 60 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método LerDadosChamadaCS

17. Em seguida, o VCC CSAF consulta o HSS sobre a identidade pública do usuário VCC UE #B no IMS utilizando a origem recuperada no passo 16. O VCC CSAF utiliza a interface Diameter Sh (3GPP, 2006c), enviando uma mensagem UDR passando como referência o MSISDN +551199000001, como uma das identidades do VCC UE #B no HSS;
18. O HSS responde com uma UDA contendo o IMS *user id* (SIP URI) do VCC UE #B alfa@ptinovacao.pt;
19. Agora com a identidade correta do VCC UE #B, o VCC CSAF retorna o SIP Invite para o S-CSCF, tendo FROM 1199000002 e TO alfa@ptinovacao.pt;
20. Com a nova identidade, o S-CSCF encaminha o SIP Invite para as aplicações que o VCC UE #B tem registradas no HSS para chamadas recebidas, das quais a primeira é o VCC DTF;
21. O VCC DTF analisa as políticas da operadora e as preferências do usuário, bem como o estado de registro do VCC UE #B no CS *domain* e no IMS. Com isso é capaz de decidir se a chamada será entregue no CS *domain* ou no IMS. Neste caso, opta por entregar a chamada no CS *domain*. Para isso envia as informações da chamada para o CDSF, invocando o método GravarDadosChamadaIMS, indicando como origem +551199000002, destino +5511199000001, tipo de chamada “Ancoragem” e *leg* “Receptora”;

22. O CDSF encontra um CSRN livre na tabela de Referências (Figura 62), marca-o como “Ocupado”, armazena os dados da chamada na tabela de Controle_de_Utilização (Figura 63) e retorna o CSRN (1199000007), conforme o *log* da Figura 61;

```

2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | Início do GravarDadosChamadaIMS
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -> Calling: +551199000002, Called: +551199000001
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -> Tipo Chamada: Ancoragem, Leg: Receptora
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | <- CSRN: 1199000007
2007-11-27 11:16:04 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 61 – Log do CDSF ao processar o método GravarDadosChamadaIMS

REFERÊNCIAS:

Stats/Size	Referential	Used By	Policies	Auditing
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data
Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO	
+551199000008	IMRN	O	2007/11/27 11:16:03	
+551199000009	VDN	L	{null}	
+551199000007	CSRN	O	2007/11/27 11:16:04	

Figura 62 – Situação da tabela Referências após processar o método GravarDadosChamadaIMS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO:

Used By	Policies	Auditing					
Columns	Constraints	Triggers					
Data	Scripts	Grants					
Synonyms	Partitions	Subpartitions					
Stats/Size	Referential						
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA
+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22
+551199000008	L	+551199000001	+551199000009	O	H	2007/11/26 17:24:15	2007/11/26 17:24:15
+551199000008	L	+551199000002	+551199000001	R	A	2007/11/27 11:16:03	2007/11/27 11:16:04
+551199000007	G	+551199000002	+551199000001	R	A	2007/11/27 11:16:04	{null}

Figura 63 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método GravarDadosChamadaIMS

23. Com o CSRN 1199000007 o VCC DTF instrui o S-CSCF a conectar a chamada no novo destino, com um SIP Invite;
24. O S-CSCF encaminha o SIP Invite para a MGCF #2, que é a forma conhecida pelo IMS para atingir a rede do CS *domain* do VCC UE #B;
25. A MGCF #2 traduz o SIP Invite para uma ISUP IAM com *Calling Party* +551199000002 e *Called Party* 1199000007 e a encaminha para a VMSC #B, responsável por tratar as chamadas direcionadas para o CSRN;
26. A VMSC #B, após consultar o HLR sobre o CSRN e receber um Camel CSI com indicações que aquele cliente tem um Camel *Service* para chamadas recebidas,

interroga o gsmSCF com uma CAP IDP, tendo como *Calling Party* +551199000002 e *Called Party* +551199000007;

27. gsmSCF interage com o Camel *Service*, solicitando o processamento da IDP;
28. O Camel *Service* solicita ao CDSF o tipo de referência em questão, utilizando-se do método `ObterTipoReferencia` passando como referência o número chamado recebido (1199000009);
29. O CDSF consulta sua tabela Referências (Figura 65) e conclui que aquela referência é um CSRN e então retorna essa informação para o Camel *Service*, conforme o *log* da Figura 64;

```

2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | Inicio do ObterTipoReferencia
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -> Referencia: 1199000009
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | <- Tipo Referencia: CSRN
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 64 – Log do CDSF ao processar o método `ObterTipoReferencia`

REFERÊNCIAS:			
Stats/Size	Referential	Used By	Policies
Columns	Indexes	Constraints	Triggers
Data	Scripts	Grants	Synonyms
Partitions	Subpartitions	Auditing	
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO
+551199000008	IMRN	O	2007/11/27 11:16:03
+551199000009	VDN	L	{null}
+551199000007	CSRN	O	2007/11/27 11:16:04

Figura 65 – Situação da tabela Referências após processar o método `ObterTipoReferencia`

30. Com este SIP Invite, o Camel *Service* invoca o método `LerDadosChamadaIMS` do CDSF, passando como referência o CSRN 1199000007 que recebeu na IDP;
31. O CDSF pesquisa na tabela de `Controle_de_Utilização` (Figura 68) pela referência recebida (1199000007) e encontra os dados originais da chamada, marca-os como “Lido” e retorna o destino original da chamada +551199000001, que foi perdido no passo 23. Também altera o estado do CSRN em sua tabela de Referências (Figura 67) para “Livre”. O *log* do funcionamento do CDSF pode ser visto na Figura 66;

```

2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | Início do LerDadosChamadaIMS
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -> CSRN: 1199000007
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | <- Calling: +551199000002, Called: +551199000001
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | <- Leg: Receptora, Tipo Chamada: Ancoragem
2007-11-27 11:16:05 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 66 – Log do CDSF ao processar o método LerDadosChamadaIMS

REFERÊNCIAS:

Stats/Size	Referential	Used By	Policies	Auditing					
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data					
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions
REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO						
+551199000008	IMRN	O	2007/11/27 11:16:03						
+551199000009	VDN	L	{null}						
+551199000007	CSRN	L	2007/11/27 11:16:05						

Figura 67 – Situação da tabela Referências após processar o método LerDadosChamadaIMS

CONTROLE_DE_UTILIZAÇÃO:

Used By	Policies	Auditing									
Columns	Indexes	Constraints	Triggers	Data	Scripts	Grants	Synonyms	Partitions	Subpartitions	Stats/Size	Referential
REFERÊNCIA	STATUS	CHAMADOR	CHAMADO	LEG	TIPO	DATA_GRAVAÇÃO	DATA_LEITURA				
+551199000008	L	+551199000001	+551199000002	O	A	2007/11/26 17:22:12	2007/11/26 17:22:22				
+551199000008	L	+551199000001	+551199000009	O	H	2007/11/26 17:24:15	2007/11/26 17:24:15				
+551199000008	L	+551199000002	+551199000001	R	A	2007/11/27 11:16:03	2007/11/27 11:16:04				
+551199000007	L	+551199000002	+551199000001	R	A	2007/11/27 11:16:04	2007/11/27 11:16:05				

Figura 68 – Situação da tabela Controle_de_Utilização após processar o método LerDadosChamadaIMS

32. O Camel *Service* instrui o gsmSCF a conectar a chamada no destino original 1199000001;
33. O gsmSCF envia uma CAP CONNECT com *Calling Party* +551199000002 e *Called Party* +551199000001 para a VMSC #B que também é a MSC visitada pelo VCC UE #B;
34. A VMSC #B envia uma mensagem de SETUP para o VCC UE #B;
35. O VCC UE #B informa a VMSC #B que está sinalizando ao usuário a chamada recebida;
36. A VMSC #B envia uma ISUP ANM para a MGCF #2 indicando que o VCC UE #B está sendo chamado;
37. A MGCF #2 sinaliza para o S-CSCF que o destino está sendo chamado com uma SIP 180 (Ringing);

38. O S-CSCF informa a MGCF #1 que o destino está sendo chamado com uma SIP 180 (Ringing);
39. A MGCF #1 traduz a SIP 180 (Ringing) em uma ISUP ACM que é enviada para a VMSC #A;
40. A VMSC #A envia uma mensagem de RINGING para o CS UE #A informando que o destino está sendo chamado, produzindo o sinal sonoro característico e indicação no *software* cliente conforme a Figura 69;



Figura 69 – Captura de tela do *software* do VCC UE recebendo uma chamada CS

41. Quando o usuário do VCC UE #B atende a chamada o UE envia uma mensagem de CONNECT para a VMSC #B, informando que já pode enviar áudio para estabelecer a conversação com a origem;
42. A VMSC #B reconhece o atendimento e envia para o VCC UE #B o CONNECT ACKNOWLEDGE;
43. A VMSC #B envia uma ISUP ANM para informar a MGCF #2 que o destino atendeu a chamada;
44. A MGCF #2 traduz a ISUP ANM em um SIP 200 (Ok) e o envia para o S-CSCF. Além disso, dialoga com a MGW #2 para reservar recursos para receber o áudio do VCC UE #A;
45. O S-CSCF envia o SIP 200 (Ok) para o VCC DTF;

46. O VCC DTF atualiza seu controle sobre o estado da *Access Leg* da chamada, neste caso a *leg* que conecta a aplicação VCC ao seu usuário, mesmo ele sendo o destino. Após isso, devolve o SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
47. O S-CSCF encaminha o SIP 200 (Ok) para a MGCF #1 para informá-la do atendimento;
48. A MGCF #1 coordena a MGW #1 para receber o áudio do CS UE #A e traduz a mensagem SIP 200 (Ok) em uma ISUP ANM e a encaminha para a VMSC #A;
49. A VMSC #A envia uma mensagem de CONNECT para o CS UE #A;
50. O CS UE #A confirma a mensagem recebida, enviando um CONNECT ACKNOWLEDGE para a VMSC #A e inicia a transmissão de áudio para a MGCF #1 através da VMSC #A;
51. A MGCF #1 confirma o SIP 200 (Ok) recebido e também que já pode transmitir o fluxo RTP para o destino (através da MGW #2) enviando uma SIP Ack para o S-CSCF;
52. O S-CSCF encaminha o SIP Ack para o VCC DTF;
53. O VCC DTF atualiza o estado da *Remote Leg* ao receber o SIP Ack considerando que o caminho de áudio está estabelecido entre a origem e o destino. Também devolve o SIP Ack para o S-CSCF;
54. O S-CSCF encaminha o SIP Ack para a MGCF #2 para que essa conecte o fluxo RTP que está recebendo da origem com o áudio que está recebendo do destino;
- ① Nesse momento está estabelecido um canal de voz entre a origem e o destino, passando pelo plano de dados de usuário do CS *domain* (representado em azul claro) da origem, do IMS (representado em azul escuro) do destino e do CS *domain* (representado em azul claro) do destino;
55. Com a detecção do sinal de rádio de uma rede WiFi, que dá acesso ao IMS do VCC UE #B, no qual o cliente já estava registrado (caso não estivesse, bastaria realizar o procedimento de registro), o VCC UE #B decide mudar de domínio, segundo as políticas da operadora e as preferências do usuário nele configuradas. Para isso, envia um SIP Invite para o S-CSCF com o VDI como destino indicado no campo TO preenchido com handover@ptinovacao.pt e origem no campo FROM contendo alfa@ptinovacao.pt;
56. O S-CSCF encaminha o SIP Invite para as aplicações registradas no HSS para o PSI handover@ptinovacao.pt. A primeira aplicação registrada é o VCC DTF;

57. O VCC DTF reconhece o pedido de *handover* ao receber o SIP Invite. Com isso, inicia a notificação de atualização da *Access Leg* para a *Remote Leg*, enviando um SIP Re-Invite via S-CSCF para a origem com as novas informações da *Access Leg*, como por exemplo, o novo endereço da fonte do fluxo RTP (alfa@ptinovacao.pt), bem como uma nova oferta de sessão SDP;
58. O S-CSCF encaminha o SIP Re-Invite para a MGCF #1;
59. A MGCF #1 se prepara para receber o novo fluxo RTP agora diretamente do VCC UE #B, ao invés da MGW #2. Após isso, responde ao S-CSCF com um SIP 200 (Ok);
60. O S-CSCF encaminha o SIP 200 (Ok) para o VCC DTF que registra o novo estado das *legs* da chamada;
61. O VCC DTF devolve o SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
62. O S-CSCF encaminha o SIP 200 (Ok) para o VCC UE #B, que começa a enviar o fluxo RTP diretamente para a MGW #1;
63. O VCC UE #A envia um SIP Ack confirmando o recebimento do SIP 200 (Ok) e o início do envio do fluxo RTP para o S-CSCF;
64. O S-CSCF encaminha o SIP Ack recebido para o VCC DTF;
65. O VCC DTF atualiza a situação da *Access Leg* da chamada e devolve o SIP Ack para o S-CSCF;
66. O S-CSCF encaminha o SIP Ack para a MGCF #1 para confirmar a atualização da *Access Leg* e nesse momento a MGCF #1 passa a utilizar o fluxo RTP vindo do VCC UE #B para encaminhar via MGW #1 para o CS #A;
- ① Nesse momento está estabelecido outro canal de voz entre a origem e o destino, passando pelo plano de dados de usuário do CS *domain* (representado em azul claro) da origem e do IMS (representado em azul escuro) do destino;
67. Após o SIP Ack recebido do S-CSCF, o VCC DTF ordena a desconexão da *Access Leg* anterior, via CS *domain*, enviando ao S-CSCF um SIP Bye;
68. O SIP Bye é encaminhado pelo S-CSCF ao VCC CSAF que foi o responsável pelo recebimento da chamada inicial, antes da ancoragem da mesma, nos passos de 15 a 19;
69. O VCC CSAF providencia o desligamento da chamada CS original, enviando o SIP Bye de volta ao S-CSCF com destino a MGCF #2;
70. O S-CSCF encaminha o SIP Bye a MGCF #2, para que essa desligue a chamada CS;
71. A MGCF #2 traduz o SIP Bye em ISUP REL que instruirá a VMSC #B de destino a desligar o canal de voz que existe conectado ao VCC UE #B;

72. A VMSC #B envia um DISCONNECT ao VCC UE #B para desligar a conexão via rádio que estava estabelecida;
73. O VCC UE #B confirma o DISCONNECT recebido com um RELEASE e encerra a transmissão via rádio CS;
74. A VMSC #B informa a MGCF #2 de que a conexão de voz com o VCC UE #B foi encerrada com uma ISUP RLC;
75. A MGCF #2 ao receber a ISUP RLC a traduz para um SIP 200 (Ok) confirmando para o S-CSCF que a chamada da antiga *Access Leg* foi desligada;
76. A VMSC #B informa o VCC UE #B que a desconexão foi completada com um RELEASE COMPLETE;
77. O S-CSCF envia o SIP 200 (Ok) para o VCC DTF, confirmando o fim da chamada original;
78. Quando o usuário #B decide desligar a chamada, o VCC UE #B envia um SIP Bye para o S-CSCF;
79. O S-CSCF encaminha o SIP Bye para o VCC DTF;
80. O VCC DTF atualiza a situação das *legs* da chamada e encaminha o SIP Bye para a origem via o S-CSCF;
81. O S-CSCF encaminha o SIP Bye para a MGCF #1;
82. A MGCF #1 traduz o SIP Bye para uma ISUP REL endereçada à VMSC #A;
83. A VMSC #A envia um DISCONNECT para o CS UE #A;
84. O CS UE #A encerra a chamada, suspendendo o envio de áudio para a VMSC #A e confirmando o DISCONNECT enviando um RELEASE para a VMSC #A;
85. A VMSC #A confirma o fim da chamada para a MGCF #1, com um SIP 200 (Ok);
86. A VMSC #A responde ao DISCONNECT vindo do CS UE #A devolvendo um DISCONNECT ACKNOWLEDGE;
87. A MGCF #1 coordena a MGW #1 para libertar os recursos que possuía reservados à conversação que se encerra. Em seguida retorna o SIP 200 (Ok) para o S-CSCF;
88. O S-CSCF encerra seu controle da chamada e informa o VCC DTF com uma SIP 200 (Ok);
89. O VCC DTF envia um *AjustarEstadoReferencia* alterando para “Livre” o estado do IMRN 1199000008 ao CDSF;
90. O CDSF atualiza sua tabela de Referências (Figura 71) com o novo estado do IMRN 1199000008, conforme o *log* da Figura 70;

91. Ao receber o retorno do CDSF o VCC DTF confirma o fim da chamada ao S-CSCF com o SIP 200 (Ok), bem como liberta todos seus controles relacionados com a chamada tendo como referência o cliente destino alfa@ptinovacao.pt;

```

2007-11-27 11:18:17 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:18:17 CDSF INF 5 | Início do AjustarEstadoReferencia
2007-11-27 11:18:17 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:18:17 CDSF INF 5 | -> Referencia: 1199000008, Estado: Livre
2007-11-27 11:18:17 CDSF INF 5 | -----
2007-11-27 11:18:17 CDSF INF 5 | Estado Ajustado!
2007-11-27 11:18:17 CDSF INF 5 | -----

```

Figura 70 – Log do CDSF ao processar o método AjustarEstadoReferencia

REFERÊNCIA	TIPO	STATUS	ÚLTIMA_UTILIZAÇÃO
+551199000008	IMRN	L	2007/11/27 11:18:17
+551199000009	VDN	L	{null}
+551199000007	CSRN	L	2007/11/27 11:16:05

Figura 71 – Situação da tabela Referências após processar o método AjustarEstadoReferencia

92. O S-CSCF confirma o fim da chamada para o VCC UE #B com o SIP 200 (Ok), fazendo com que o mesmo encerre toda a chamada.

4.2.3 Testes Realizados e Demonstrações

Estes cenários e todos os outros possíveis foram testados com sucesso, utilizando a rede de uma operadora brasileira de rede GSM (Vivo) para o CS *domain* interconectada com uma rede IMS *Core* e um Servidor de Aplicações IMS no ambiente de laboratório do SHIPNET, utilizando uma rede WiFi como rede de acesso.

Esta proposta já foi demonstrada na FUTURECOM 2007 (FUTURECOM, 2007), juntamente com a solução SHIPNET da PT Inovação (PT INOVAÇÃO, 2007). A FUTURECOM é um evento de Telecomunicações, que reúne fornecedores da área, diversas operadoras de telecomunicações, órgãos reguladores (Anatel e Ministério das Telecomunicações), entidades de pesquisa entre outros interessados. Em 2007, foi realizada em Florianópolis, Santa Catarina, de 1 a 4 de outubro.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais deste trabalho, indicando as principais contribuições, o cumprimento dos objetivos propostos e sugestões de continuação do trabalho.

5.1 Conclusões e Contribuições

Ao longo desta dissertação foi possível consolidar os conceitos envolvidos com a realização de *handover* vertical nas NGN. Foi identificada uma área que ainda não foi detalhada pelas especificações internacionais e, por isso, foi feita uma proposta para cobrir essa falha: a integração entre o mundo de comutação de circuitos e o mundo IMS. Além disso, foi possível colocar os conceitos e a proposta desta dissertação em prática na montagem de uma demonstração funcional do serviço de VCC.

Tal proposta de integração do *CS domain* com o IMS, dentro do serviço VCC, pode ser utilizada para enriquecer as recomendações do 3GPP, garantindo que tal serviço possa ter uma implementação aberta, baseada na norma, composta por módulos de diferentes fornecedores que interoperem entre si considerando o protocolo sugerido neste trabalho. Uma solução interoperável para esta integração é uma alternativa muito interessante para as operadoras de telecomunicações que não precisam ficar vinculadas a uma única empresa que lhe forneça o serviço VCC completo.

Uma constatação a ser destacada é a importância da separação da camada de acesso (também chamada de plano de usuário) da camada de controle (também conhecida por plano de controle). Tal separação é de vital importância para a viabilidade do serviço VCC. Sem esta separação jamais seria possível conceber um serviço que integrasse mundos diferentes, como o *CS domain* e o IMS, fazendo com que ambos fossem controlados por um módulo único (Aplicação VCC) utilizando o protocolo de controle SIP associado a conversores dos protocolos CS e a intermediadores, como o CDSF aqui proposto.

Quanto ao contexto tecnológico brasileiro, também é possível observar uma contribuição deste trabalho. O mercado de telecomunicações no Brasil é sempre um pouco menos ágil que o mercado internacional em adotar novas tecnologias. Isso pode ter seus problemas, mas por outro lado, pode ser vantajoso, visto que com esse atraso, pode-se optar por seguir as normas internacionais, que também sempre têm algum atraso em relação às tecnologias a serem disponibilizadas.

Assim, identifica-se uma ótima oportunidade para o país acompanhar os trabalhos de normalização dos institutos internacionais, como ITU-T, ETSI, 3GPP, entre outros, para poder guiar suas implementações de redes convergentes de acordo com o estado da arte.

Por isso torna-se muito importante a divulgação das normas aqui apresentadas, o serviço VCC aqui estudado e a proposta aqui elaborada, para poder contribuir com o melhor para nossa sociedade.

Outra contribuição importante é destacar que o serviço de VCC pode servir de atrativo para as operadoras de telecomunicações para as NGN, em especial para o IMS. Dado que o VCC integra as redes de comutação de circuito com o IMS, com um valor agregado, que é a possibilidade de continuidade de chamadas entre a mudança de domínios, o VCC é mais uma vantagem do IMS. Além do que, o IMS reutiliza diversos protocolos da *internet*, fazendo com que sua integração fique cada vez mais simples. O serviço de VCC também é uma boa opção para as operadoras atenderem a clientes que desejam serviços mais baratos (fornecidos através de uma rede IMS), mas que não aceitam perder cobertura onde quer que estejam e que não querem que suas chamadas caiam quando estiverem mudando da área de cobertura IMS para a CS (que geralmente é maior que a anterior). Assim, o IMS com VCC passa a fazer parte dos planos de evolução destas operadoras, principalmente aquelas que pretendem tornarem-se operadoras de redes convergentes, móveis e fixas, com recursos de voz, vídeo, dados, enfim, multimídia.

Além disso, o Serviço VCC pode ser mais uma vez motivo para se optar pela migração para redes NGN e IMS, já que facilita a convergência e a integração entre diversos provedores de serviços de telecomunicações atuais, dada a possibilidade de integrar operadores de CS *domain* e de IMS, mesmo que sejam empresas diferentes.

5.2 Cumprimento do Objetivo e Ineditismo

O objetivo de estudar a integração entre as redes de comutação de circuito e as NGNs foi atingido, principalmente em relação ao serviço VCC. A proposta de integração entre a comutação de circuitos foi elaborada e demonstrada, com alguns casos de uso analisados.

Como objetivo secundário, foram estudados os conceitos de *Next Generation Network* e de IMS. Para tanto, foram pesquisadas diferentes fontes, em sua maioria entidades de normalização mundiais, sendo apresentadas as especificações de NGN com normas do ITU-T

e do 3GPP IMS. Este estudo pretende também servir de forma de divulgação do conceito de NGN no cenário tecnológico brasileiro.

O trabalho também contribuiu para consolidar a implementação do Serviço VCC realizada pela PT Inovação, tendo sido demonstrado na FUTURECOM 2007 e disponível para novas demonstrações nos laboratórios da empresa.

Nas pesquisas realizadas, nada foi encontrado sobre a proposta de integração aqui exposta. Sendo assim, considera-se inédita a iniciativa de publicar-se este trabalho, que com sua proposta realiza parte não especificada de uma recomendação do 3GPP. Pretende-se com isso valorizar a interoperabilidade entre os blocos do serviço VCC ao invés de manter oculta do mercado a solução encontrada neste trabalho e na solução SHIPNET da PT Inovação.

5.3 Continuação do Trabalho

“No fim tudo dá certo, e se não deu certo é porque ainda não chegou ao fim.”

Fernando Sabino

Este trabalho pode ser considerado como o início de uma jornada. Ainda existem áreas a serem mais investigadas e novas alternativas devem surgir conforme novas implementações de IMS e VCC forem sendo realizadas. A seguir, são apresentadas algumas áreas em que este trabalho pode ser continuado:

- A normalização de VCC só versa sobre a sinalização (controle) necessária para manter a continuidade de chamadas. É preciso investigar os valores dos parâmetros de tempo aceitáveis para os *handovers*, bem como as formas de se diminuir esses parâmetros para atender com qualidade as mudanças de domínio;
- Também é necessário pesquisar, analisar e detalhar a continuidade dos fluxos RTP que são trocados nas *Media Gateways* ou nos próprios terminais clientes do VCC quando da troca de domínio. O sincronismo do fluxo RTP vindo de uma *Access Leg* deve ser mantido ao atualizar a *Remote Leg* para receber o outro fluxo RTP vindo da outra *Access Leg*. Algumas funcionalidades do RTP e do *Real-time Transfer Control Protocol* (RTCP) podem ser utilizadas para isso, mas outras podem ser necessárias;
- Já existem pesquisas e trabalhos sobre continuidade de sessões multimídia, vide Memorandos do IETF (IETF, 2007a) e (IETF, 2007b), por exemplo, quando tratarem-se de chamadas contendo sessões de áudio e vídeo sincronizadas entre si e com

alguma outra mídia. Neste caso, o problema torna-se muito mais complexo. Um exemplo é uma vídeo-aula a distância (slides sincronizados com a imagem e áudio do professor), sendo assistida por um aluno que sai de biblioteca (rede fixa sem fio, WiFi), vai para casa de trem (rede móvel celular) e chega em casa (rede fixa, ADSL) sem interrupções e variações de qualidade;

- Há que se investigar também o relacionamento dos eventos de *handover* com os sistemas de *billing* e gestão de qualidade de serviço. Tanto para cobrança destes eventos, como para forçar um *handover* para uma qualidade melhor, pior ou mais adequada à contratada pelo usuário final. Tal pesquisa poderia seguir os caminhos indicados como continuação do trabalho (SERRA, 2006), onde o ator “sistema de implementação de *handover*” poderia ser encarado como o VCC DSF ou VCC DTF da arquitetura da aplicação VCC, interagindo com o modelo apresentado no trabalho supracitado.

REFERÊNCIAS

3rd GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP). (2005a). **TS 22.078 Technical specification group services and system aspects; Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic (Camel); Service description; Stage 1 (Release 7)**. Valbonne, 2005. 94 p.

_____. (2005b). **TS 22.240 Technical specification group services and system aspects; Service requirement for the 3GPP Generic User Profile (GUP); Stage 1 (Release 6)**. Valbonne, 2005. 26 p.

_____. (2006a). **TS 22.004 Technical specification group services and system aspects; General on supplementary services (Release 8)**. Valbonne, 2006. 22 p.

_____. (2006b). **TS 22.129 Technical specification group services and system aspects; Handover requirements between UTRAN and GERAN or other radio systems (Release 8)**. Valbonne, 2006. 20 p.

_____. (2006c). **TS 29.329 Technical specification group core network and terminals; Sh interface based on the Diameter protocol; Protocol details (Release 7)**. Valbonne, 2006. 17 p.

_____. (2007a). **TR 21.905 Technical specification group services and system aspects; Vocabulary for 3GPP specifications (Release 8)**. Valbonne, 2007. 55 p.

_____. (2007b). **TS 22.001 Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Technical specification group services and system aspects; Principles of circuit telecommunication services supported by a Public Land Mobile Network (PLMN) (Release 7)**. Valbonne, 2007. 27 p.

_____. (2007c). **TS 22.057 Technical specification group services and system aspects; Mobile Execution Environment (MExE); Service description, Stage 1 (Release 7)**. Valbonne, 2007. 23 p.

_____. (2007d). **TS 22.127 Technical specification group services and system aspects; Service requirement for the Open Services Access (OSA); Stage 1 (Release 7)**. Valbonne, 2006. 30 p.

_____. (2007e). **TS 23.002 Technical specification group services and system aspects; Network architecture (Release 8)**. Valbonne, 2007. 61 p.

_____. (2007f). **TS 23.003 Technical specification group core network and terminals; Numbering, addressing and identification (Release 7)**. Valbonne, 2007. 53 p.

_____. (2007g). **TS 23.078 Technical specification group core network and terminals; Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic (Camel) Phase 4; Stage 2 (Release 7)**. Valbonne, 2007. 737 p.

_____. (2007h). **TS 23.206 Technical specification group services and system aspects; Voice Call Continuity (VCC) between Circuit Switched (CS) and IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (Release 7)**. Valbonne, 2007. 36 p.

_____. (2007i). **TS 23.228 Technical specification group services and system aspects; IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (Release 8)**. Valbonne, 2007. 224 p.

_____. (2007j). **TS 23.507 Technical specification group services and system aspects; Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Voice Call Continuity (VCC); Stage 2 [3GPP TS 23.206 Release 7, modified] (Release 8)** Valbonne, 2007. 14 p.

_____. (2007k). **TS 24.206 Technical specification group core network and terminals; Voice Call Continuity between the Circuit-Switched (CS) domain and the IP Multimedia Core Network (CN) (IMS) subsystem; Stage 3 (Release 7)**. Valbonne, 2007. 118 p.

_____. (2007l). **TS 23.003 Technical specification group core network and terminals; Open Service Access (OSA); Application Programming Interface (API); Part 1: Overview (Release 7)**. Valbonne, 2007. 55 p.

_____. (2007m). **TS 32.240 Technical specification group services and system aspects; Telecommunication management; Charging management; Charging architecture and principles (Release 7)**. Valbonne, 2007. 40 p.

_____. (2007n). **TS 32.299 Technical specification group service and system aspects; Telecommunication management; Charging management; Diameter charging applications (Release 7)**. Valbonne, 2007. 120 p.

ALLIANCE FOR TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY SOLUTIONS (ATIS). **Telecom glossary 2000**. Washington, D.C., 2000. Disponível em:
<http://www.atis.org/tg2k/_hop.html>. Acesso em: 2 fev. 2008.

BOSWARTHICK, D. **Standards helping NGN become a reality**. [Geneva]: ETSI, 2007. 42 p. (Apresentação Introdutória). Disponível em: <http://www.etsi.org/about_etsi/30_minutes/documents/Sem30-01.ppt>. Acesso em: 26 jul. 2007.

BUSHNELL, B. Using the IMS architecture for service enabling Next Generation Networks. **Converge! Network digest, blue-print: circuit-to-packet**, 7 p., Sept. 2004. Disponível em: <<http://www.convergedigest.com/bp-c2p/bp1.asp?ID=158&ctgy=>>. Acesso em: 24 jul. 2007.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2006. 840 p.

FUTURECOM. **Futurecom 2007**. Disponível em: <<http://www.futurecom.com.br/2007/>>. Acesso em: 06 jan. 2008.

GUPTA, V. **IEEE P802.21 Tutorial**. In: IEEE 802.21 session #15, July 2006, San Diego. 65 p. Disponível em: <<http://www.ieee802.org/21/Tutorials/802%2021-IEEE-Tutorial.ppt>>. Acesso em: 24 jul. 2007.

HEINISCH, A. M. C. NGN I: histórico da padronização da NGN pelo ITU-T. **Teleco Informações em Telecomunicações**, 13 p., Abr. 2006. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialngn/Default.asp>> Acesso em: 19 jun. 2007.

INTERNET ENGINEERING TASK FORCE (IETF). **RFC 2396 Uniform Resource Identifiers (URI): generic syntax**. [S.l.], 1998. 104 p.

_____. **RFC 3261 SIP: Session Initiation Protocol**. [S.l.], 2002. 270 p.

_____. **RFC3550 RTP: a transport protocol for real-time applications**. [S.l.], 2003. 41 p.

_____. (2007a). **draft-nicolini-sipping-siphandover-02 Requirements for vertical handover of multimedia sessions using SIP**. [S.l.], 2007. 15 p.

_____. (2007b). **draft-salsano-sipping-siphandover-solution-01 A solution for vertical handover of multimedia sessions using SIP**. [S.l.], 2007. 24 p.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). **G.711 Pulse Code Modulation (PCM) of voice frequencies**. Geneva, 1972. 10 p.

_____. **Q.1211 Introduction to intelligent network capability set 1.** Geneva, 1993. 30 p.

_____. **X.200 | ISO/IEC 7498-1 Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: the basic model.** Geneva, 1994. 63 p.

_____. **Q.1221 Introduction to intelligent network capability set 2.** Geneva, 1997. 47 p.

_____. (1998a). **Y.100 General overview of the Global Information Infrastructure standards development,** Geneva, 1998. 12 p.

_____. (1998b). **Y.110 Global Information Infrastructure principles and framework architecture,** Geneva, 1998. 39 p.

_____. (1998c). **Y.120 Global Information Infrastructure scenario methodology,** Geneva, 1998. 23 p.

_____. (2000a). **Y.101 Global Information Infrastructure terminology: terms and definitions,** Geneva, 2000. 11 p.

_____. (2000b). **Y.130 Information Communication Architecture,** Geneva, 2000. 42 p.

_____. (2000c). **Y.140 Global Information Infrastructure (GII): reference points for interconnection framework,** Geneva, 2000. 26 p.

_____. **Q.762 Signalling System No. 7 – ISDN User Part general functions of messages and signals,** Geneva, 2001. 30 p.

_____. (2004a). **Y.2001 General overview of NGN,** Geneva, 2004. 10 p.

_____. (2004b). **Y.2011 General principles and general reference model for Next Generation Networks,** Geneva, 2004. 26 p.

_____. (2005a). **E.164 The international public telecommunication numbering plan,** Geneva, 2005. 32 p.

_____. (2005b). **NGN Focus Group proceedings part I.** Geneva, 2005. 144 p.

_____. (2004a). **Y.2012 Functional requirements and architecture of the NGN of Release 1**, Geneva, 2006. 52 p.

_____. (2006b). **Y.2021 IMS for Next Generation Networks**, Geneva, 2006. 12 p.

KARAM JÚNIOR, D. **Modelo de negócio para mobilidade e interatividade em ambientes convergentes heterogêneos**. 2006. 80 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

PT INOVAÇÃO BRASIL LTDA. **Produtos SHIPNET em destaque na Futurecom 2007**. São Paulo, 2007. 1 p. Disponível em:
<<http://www.ptinovacao.com.br/SiteNoticiaVisualizar.do?id=18>>. Acesso em: 06 jan. 2008.

SERRA, A.P.G. **Método para identificação de parâmetros de qualidade de serviços aplicados a serviços móveis e interativos**. 2007. 123 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Mobicents**. [S.l.], 2007. Disponível em:
<<http://en.wikipedia.org/wiki/Mobicents>>. Acesso em: 22 dez. 2007.

_____. (2008a). **GSM**. [S.l.], 2008. Disponível em:
<<http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>>. Acesso em: 26 jan. 2008.

_____. (2008b). **Last Mile**. [S.l.], 2008. Disponível em:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile>. Acesso em: 26 jan. 2008.

_____. (2008c). **Service-oriented architecture**. [S.l.], 2008. Disponível em:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture>. Acesso em: 2 fev. 2008.