

# PROPOSTA DE UMA FUNÇÃO DE CONTROLE DE GATEWAY DE BORDA COM TECNOLOGIAS DE CÓDIGO ABERTO

Müller Fernandes da Silva, Luiz Claudio Theodoro

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Uberlândia – MG, muller@eel.ufu.br, lclaudio@feelt.ufu.br

Pedro Henrique Aparecido Damaso de Melo, Pedro Macedo Leite

pedro.damaso@hotmail.com, pedro.larva@gmail.com

**Resumo** – Este documento descreve as características da função de controle de gateway de borda (BGCF), um elemento do núcleo de rede do subsistema multimídia IP (IMS) e apresenta uma proposta de desenvolvimento deste elemento de rede utilizando tecnologias de código aberto.

**Palavras-Chave** – BGCF, IMS, REDE

## PROPOSE OF A BREAKOUT GATEWAY CONTROL FUNCTION WITH OPENSOURCE TECHNOLOGIES

**Abstract** – This document describe the characteristics of the breakout gateway control function (BGCF), an element from the core network of the IP multimedia subsystem (IMS) and presents a proposal of development using only open source technologies.

**Keywords** – BGCF, IMS, NETWORK.

### I. INTRODUÇÃO

Este projeto tem por objetivo listar a partir da vasta e difusa documentação da arquitetura IMS, as funcionalidades necessárias para propor a correta implementação da Função de Controle de Gateway de Borda (BGCF), elemento de rede responsável por interligar redes IMS com Redes Públicas de Telefonia Comutada (PSTN).

Em torno deste levantamento serão apresentados frameworks e ferramentas de desenvolvimento de softwares capazes de implementar tais funcionalidades.

A motivação para a criação deste projeto veio inicialmente da necessidade de conhecimento sobre o funcionamento e a arquitetura de uma rede IMS e suas interações com redes legadas de telefonia comutada, porém foi expandido frente à constatação de que não existe nenhum software livre até a presente data com condições de implementar o elemento BGCF perfeitamente funcional.

Inicialmente serão apresentados os argumentos para o desenvolvimento deste projeto. Em seguida será apresentada a arquitetura IMS resumando os elementos que compõem a rede. Ainda dentro da arquitetura IMS dividiremos o conteúdo para melhor exemplificar os elementos de interconexão, as

interfaces de comunicação e as regras de funcionamento. Por fim proporemos ferramentas de *softwares* que suportam as especificações técnicas para a implementação do BGCF.

### II. JUSTIFICATIVA

A tecnologia de comunicação de voz e dados no Brasil há alguns anos passa por uma transição de rede baseada em circuitos para uma baseada em pacotes. Desta transição, nomes comuns como redes *All-IP*, redes inteligentes (*IN*) e redes de próxima geração (*NGN*) já se tornaram comuns entre empresas do ramo de telecomunicações e de certa forma, já ultrapassados.

O próximo passo desta evolução é converter todos os serviços multimídias, voz, dados, TV e aplicações para o mundo *IP* numa arquitetura chamada de subsistema de multimídia IP (*IMS*), entretanto uma migração de tamanha proporção se torna dispendiosa, vagarosa e complicada visto que requer todas as operadoras migrem em conjunto suas tecnologias, que é altamente crítico no atual panorama brasileiro. Uma solução para este problema é o desenvolvimento de um elemento capaz de estabelecer ligações lógicas entre redes *IMS* e redes legadas comutada e de *NGN*.

Constatando que serviços baseados em Voz sobre IP como *Skype* e *Google Hangout* tem crescido assustadoramente, é notório a relevância deste tema que facilitará a multiplicação destes serviços. Se imaginar que ainda existe enorme demanda por vídeo, mensagens e outras formas de comunicação envolvendo pacotes de dados é inegável a importância deste trabalho que pode ajudar as empresas prestadoras e provedoras de serviços de dados a evoluírem nas suas ofertas de produtos.

### III. ARQUITETURA IMS

O subsistema multimídia IP é uma arquitetura de rede elaborada pelo *Third Generation Partnership Project (3GPP)*. Esta organização tem como uma de suas finalidades desenvolver especificações para a terceira geração de sistema móveis de forma a unificar redes de acessos múltiplos por divisão de código banda-larga (*W-CDMA*), redes de acesso múltiplo por divisão de código em divisão de tempo (*TD-CDMA*) e *evolved-GSM* em uma nova estrutura chamada



XII CEEL – ISSN 2178-8308  
13 a 17 de Outubro de 2014  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU  
Uberlândia – Minas Gerais – Brasil

Sistema de telecomunicações móvel Universal (*UMTS*) ao qual o *IMS* está inserido [4].

A arquitetura *UMTS* é facilmente entendida subdividindo-a em dois grandes grupos: redes de acesso e núcleo de rede.

A rede de acesso é o ponto de contato com o equipamento de usuário e o responsável por modular, transmitir, receber o sinal para efetuar uma ligação entre o equipamento de usuário e o núcleo de rede.

Já o núcleo de rede *UMTS* ainda pode ser dividido em três grupos: comutação por circuito, comutação por pacote e subsistema multimídia *IP (IMS)*, conforme figura 1.

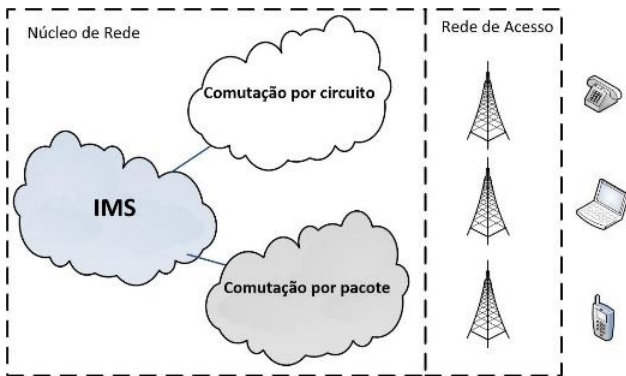


Fig. 1. Arquitetura simplificada UMTS

A área de comutação por circuito é similar à existente nas redes 2G enquanto a área de comutação por pacote contém o Serviço de Rádio de Pacote Geral (*GPRS*), uma infraestrutura desenvolvida para prover conectividade *IP* aos equipamentos de usuários (*UE*).

No núcleo de rede podemos ver que tanto a comutação via circuito ou computação por pacotes são responsáveis apenas por fornecer conectividade ao *UE*, o *IMS* ascende ao seu papel então em sistemas *UMTS* como uma arquitetura capaz de prover conteúdo multimídia para os assinantes de uma operadora de telecomunicações.

O núcleo de rede multimídia *IP (IM CN)*, figura 2, é composta por elementos com as seguintes funções: controle de sessão de chamada (*CSCF*); servidor de armazenamento de dados de assinantes locais (*HSS*); controle de gateways de mídia (*MGCF*); *gateway* de mídia (*IM-MGW*); controle de

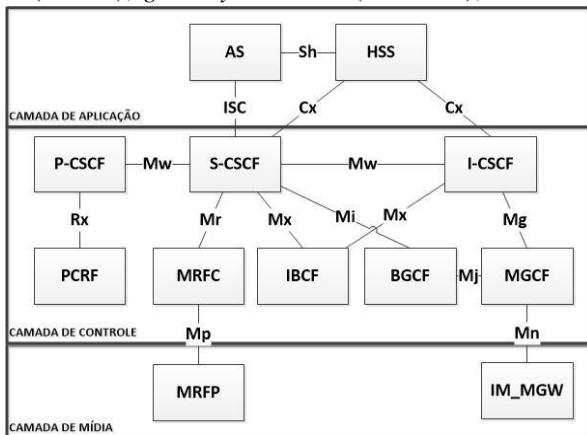


Fig. 2. Núcleo de rede IMS

recursos multimídia (*MRFC*); processador de recursos de mídia (*MRFP*); orquestração de recursos de mídia (*MRB*); controle de gateway de borda (*BGCF*); fornecimento de serviços através de servidores de aplicações (*AS*); controle de interconexões de borda (*IBCF*); gateway de transição (*TrGW*); aquisição de localização (*LRF*); centralização de serviço e continuidade de sessão através de servidores de aplicação (*SCC AS*) e transferência de acesso de emergência (*EATF*) [1].

### A. Elementos De Interconexão

Durante uma interconexão entre redes de diferentes tecnologias faz-se necessário a existência de um *gateway*, entidade que entende os diferentes protocolos entre as redes e que é capaz de fazer a conversão entre eles. Para modularizar a arquitetura *IMS*, o órgão *3GPP* separa a função de *gateway* em dois elementos, *MGCF* e *IM-MGW*, além disto, devido à complexidade que uma rede de telecomunicações pode se tornar, um elemento detentor das informações de roteamento entre redes *IMS* e *PSTN* surge para compor os elementos de interconexão, o *BGCF*. Também surge o elemento responsável por ser o ponto de contato entre operadoras, o *IBCF*.

É importante salientar que além dos elementos de rede, as interfaces de comunicação são tão importantes de definição quanto os próprios elementos em si, visto que são essas que nos permitirão definir quais as ferramentas e *frameworks* de desenvolvimento poderão ser utilizados para a implementação do *BGCF*.

A figura 3 mostra os elementos e suas interfaces de interação.

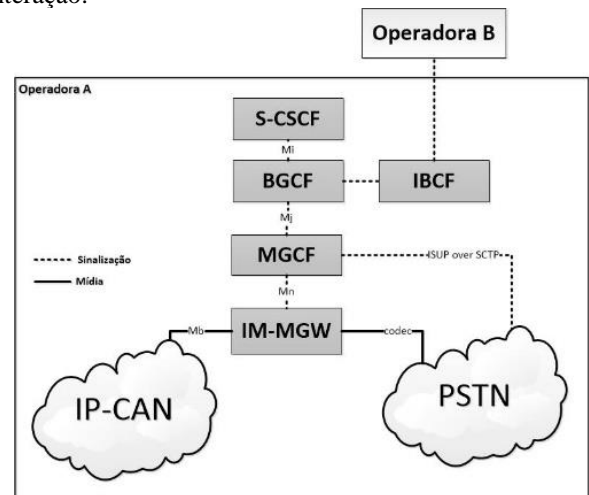


Fig. 3. Elementos de Interconexão

#### 1) Breakout Gateway Control Function

O *Breakout Gateway Control Function (BGCF)* possui a função de determinar o próximo salto de roteamento de uma mensagem SIP, através da análise do cabeçalho do protocolo, de informações administrativas ou por consulta em Banco de Dados. Para redes de Serviço Telefônico Público Comutado (*PSTN*) o *BGCF* determina em qual domínio da *PSTN* a chamada será desviada através de uma consulta de portabilidade e, dentro deste domínio, seleciona o *MGCF* correto [1].

Quando o número de destino não for da mesma prestadora de serviço o *BGCF* deverá encaminhar a chamada para o *IBCF*. O fluxo detalhado pode ser visto na figura 4.

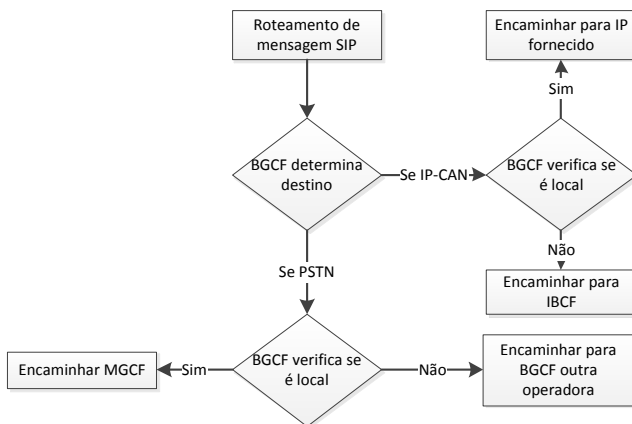


Fig. 4. Fluxo de decisão de encaminhamento

### 2) Media Gateway Control Function (MGCF)

O *MGCF* ou *Softswitch* [8], é a terminação *SIP* para o subsistema *IM CN* e desempenha basicamente duas funções. A primeira é o funcionamento como conversor de protocolos *ISUP/TCAP* para *SIP*. Segundo, funciona como controladora do *Gateway* de mídia (*IM-MGW*) [1], [7].

### 3) IMS Media Gateway (IM-MGW)

O *IMS Media Gateway* é a terminação entre uma rede *PSTN* e o fluxo de mídia de uma rede *IMS*. Este elemento de rede concentra a habilidade de converter fluxos de mídia *TDM* para *RTP* e vice-versa, suporte a *codecs* de áudio e manipuladores de áudio como canceladores de eco e detectores de silêncio.

### 4) IP capable access network (IP-CAN)

O termo *IP-CAN* engloba todas as redes e interfaces capazes de prover conexões *IP* entre o equipamento de usuário e uma rede *IMS*.

### 5) PSTN

Uma Rede telefônica Pública Comutada (*PSTN*) é baseada em circuitos e otimizada para comunicação de voz em tempo real através de tecnologias de divisão por tempo (*TDM*) para governar o fluxo de mídia e através do sistema de sinalização número 7 (*SS7*) para coordenar as mensagens de sinalizações da rede.

## B. Interfaces De Interconexão

Interfaces são as fronteiras comuns entre dois elementos de rede caracterizada por um protocolo de comunicação. Apesar de haver inúmeras interfaces numa rede *IMS*, este documento se atém apenas às referentes aos elementos de interconexão.

### 1) Interface Mn

Está interface tem como ponto de referência o contato entre *MGCF* e *IM-MGW*. Deve ser compatível com o protocolo *H.248*.

### 2) Interface Mg

Interface com ponto de referência a comunicação entre *MGCF* e *CSCF*. Tem como finalidade permitir que o *MGCF* encaminhe chamadas entrantes oriundas da rede *PSTN* para a rede *IMS*. Possui como protocolo padrão o *SIP*.

### 3) Interface Mw

Interface com ponto de referência a comunicação entre um *CSCF* com outro *CSCF* da rede. Deve ser completamente compatível com o protocolo *SIP*.

### 4) Interface Mi

Está interface entre o *BGCF* e o *S-CSCF* permite que a rede *IMS* encaminhe as chamadas, cujos assinantes não possuem uma solução como *SIP URI*, para a rede *PSTN*. Esta comunicação deve ser baseada no protocolo *SIP*.

### 5) Interface Mj

Interface de comunicação entre *BGCF* e *MGCF* e deve permitir que o *BGCF* troque mensagens de sessão com o *MGCF* tanto para interconexão quanto para transito de mensagens. Possui como protocolo padrão o *SIP*.

### 6) Interface Mk

Interface entre *BGCF* e *IBCF* e deve ser capaz de permitir que chamadas sejam encaminhadas entre *IBCFs* e *BGCFs* de operadoras diferentes. O protocolo padrão para essa comunicação deve ser o *SIP*.

## C. Endereçamento E.164 Para SIP URI

O órgão 3GPP não especifica quais ferramentas devem ser usadas para fazer tradução *E.164* para *SIP URI*, ficando esta responsabilidade a cargo da operadora *IMS*. A documentação apenas institui que essa tradução deverá ser feita através do mecanismo de tradução *ENUM/DNS*.

O *ENUM* é um protocolo que tem como objetivo implementar um endereço unificado, possibilitando a interconexão entre sistemas *SIP*, web, telefonia, email entre outros através de registros *NAPTR* conforme abaixo.

\$ORIGIN

.7.6.5.4.3.2.1.4.3.5.5.operadora.br.

NAPTR 10 100 "u"

"E2U+SIP" "!^.\*\$!sip:user@operador.br!" .

O exemplo de registro *NAPTR* anterior diz que sempre que um *CSCF* efetuar uma consulta para o número *E.164* 7.6.5.4.3.2.1.4.3.5.5.operadora.br, o servidor *ENUM/DNS* retornará a *SIP URI* sip:user@operador.br.

A 3GPP recomenda que o banco de dados *ENUM/DNS* seja também capaz de efetuar consulta a portabilidade [11]

Primeiramente, o *S-CSCF* deverá ser capaz de receber requisições no formato *TEL URI* para uma *SIP URI*, caso essa tradução e consulta falhe, o mesmo deverá encaminhar a chamada para o *BGCF*, este então identificará a qual *PSTN* tal *TEL URI* pertence.

A figura 5 mostra as etapas para mapear um número *E.164* em um registro para consulta *ENUM/DNS*.

Após a conversão do número *E.164* em um nome de domínio efetua-se uma requisição de busca nos registros

ENUM/DNS. O padrão *ENUM* grava as informações de *URI* em um tipo especial de registro de recurso chamado *NAPTR*.

O servidor *ENUM*, para o domínio consultado retornará uma *SIP URI* que será utilizada pelo *S-CSCF* para completar a ligação.

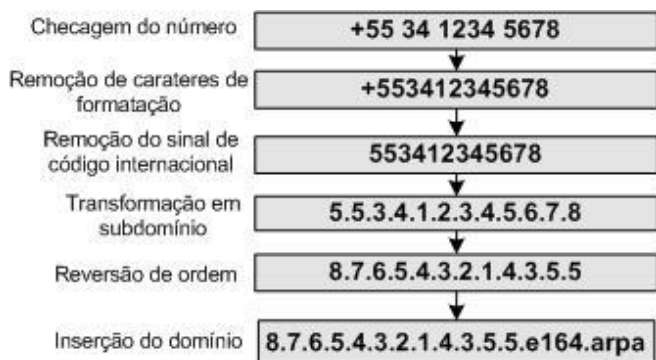


Fig. 5. Conversão número E.164 em URI

#### D. Cenários

Durante a interação de uma rede *IMS* com redes *PSTN* vários cenários podem ocorrer, por simplicidade de exemplificação dois cenários serão descritos neste artigo: as interconexões diretas com origem *IMS* e destino uma *PSTN* de mesma prestadora e vice-versa.

##### 1) Interconexão IMS-PSTN

Neste cenário, exemplificado na figura 6, ao receber o *INVITE* inicial, o *S-CSCF* efetua uma análise numérica e determina através de um aplicação e/ou banco de dados que o destino se encontra numa rede *PSTN*, então a mensagem é encaminhada para o *BGCF* da rede.

O *BGCF* então, também por aplicação ou banco de dados, determinará qual o *MGCF* necessário para completar a ligação e o encaminhará a mensagem.

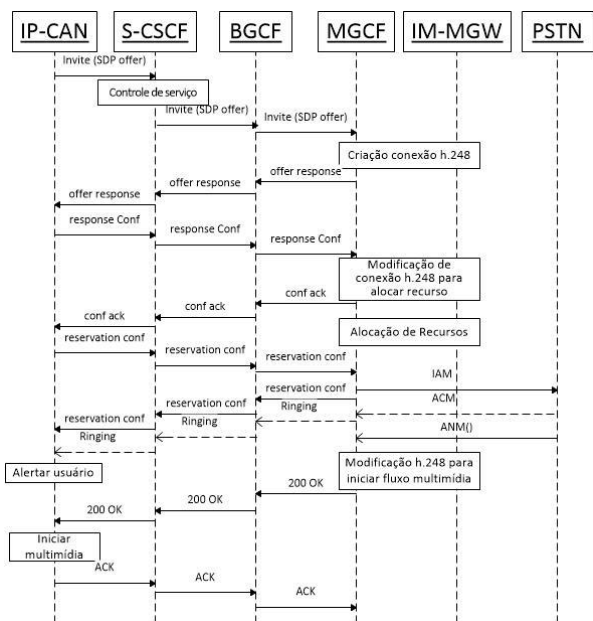


Fig. 6. Diagrama de sequência de uma chamada

O *MGCF* juntamente com o *IM-MGW* decidirá uma lista de fluxos de mídia para serem negociados com a terminação *PSTN*, as envia para o usuário e espera uma resposta para configuração do canal.

Após as mensagens de confirmações serem transmitidas, o *MGCF* finalmente enviará uma mensagem com o endereço inicial (*IAM*) para a *PSTN*.

Se a *PSTN* conseguir alcançar o endereço inicial e o endereço devolver que iniciou o alerta ao usuário, uma mensagem de endereço completo (*ACM*) será retornada para o *MGCF* que por sua vez retornará a mensagem *SIP ringing* no sentido inverso.

Por fim, quando o usuário na ponta de destino atender a chamada, uma mensagem de atendimento (*ANM*) será enviada para o *MGCF* que permitirá o início do fluxo de mídia entre as pontas *IM CN* e *PSTN*.

##### 2) Interconexão PSTN-IMS

Nesta interação, quando receber um *IAM*, o *MGCF* alocará os recursos e enviará uma mensagem *SIP INVITE* utilizando um endereço E.164 montado a partir do número passado via *IAM* e o encaminhará para o *I-CSCF*.

O *I-CSCF* funcionará como um intermediador entre o *MGCF* e o *S-CSCF* tal como o *BGCF* numa interação *IMS-PSTN*.

## IV. FERRAMENTAS E FRAMEWORKS

### A. JAIN SLEE

*JAIN*, Java *APIs* for *Integrated Networks* é um projeto dentro da comunidade da linguagem de programação *JAVA* que disponibiliza interfaces de implementação para os principais protocolos de rede.

O *JAIN SLEE* por sua vez é uma padronização de programação que utiliza dos recursos do *JAIN* para implementar interfaces de adaptadores de protocolos chamados *resource adaptors* (*RA*). Os *RAs* são externos ao próprio *JAIN SLEE* e podem interagir com outros *RAs* e bancos de dados, essa facilidade de utilização permite estender as funcionalidades do *SLEE* para abranger as particularidades de cada projeto[11]

O *JAIN SLEE* define também componentes que funcionam como Blocos de Construção de Serviços (*SBB*), modularizados, permitem sua reutilização e são responsáveis por receber e enviar eventos de acordo com a lógica da aplicação

Vale ressaltar que o *JAIN SLEE* não oferece uma *API* de funções, sendo necessário utilização de outras ferramentas para estender as interfaces definidas por ele tais como o *JAIN SIP*, o *JAIN SDP*[12].

### B. JAIN SIP

Permite a implementação de aplicações que manipulam o protocolo *SIP* de acordo com a *RFC 3221* através do fornecimento de uma série de funções e rotinas de programação em *java*. Detalhadamente, o *JAIN SIP API* fornece:

- Poder de construção e análise de mensagens *SIP*
- Poder de utilizar a camada de transação para enviar/receber mensagens como *proxy statefull*

- Poder de utilizar a camada de transporte para enviar/receber mensagens como *proxy stateless*
- Poder de acessar as funcionalidades de diálogos *SIP*

O *JAIN SIP* como ferramenta permite a implementação de *softphones*, proxies, servidores de aplicação e outras aplicações através da manipulação das camadas de transporte, transação e dialogo do protocolo *SIP*, porém não é muito recomendável caso seja necessário a configuração do *core* de uma mensagem *SIP*[10].

### C. JSS7 API

Uma pilha SS7 implementada em java que oferece suporte para vários protocolos necessários para uma correta manipulação de sinalização SS7 em *gateways* [12].

### D. Mobicents

Mobicents é um projeto aberto mantido pela comunidade e suportado pelos membros da mesma. Atualmente é a única implementação do *JAIN SLEE* e provê um ambiente de execução e componentes para a integração de voz, vídeo e mensagens entre várias redes de telecomunicações.

Adaptado para ser instalado em servidores JBoss, o Mobicents fornece suporte para *Diameter*, *HTTP*, *SIP*, *SS7*, *MAP*, *TCAP*, *INAP*, *ISUP*, bem como outros protocolos utilizando as *API JSS7*, *JAIN SLEE* e *JAIN SIP*.

## V. CONCLUSÕES

A utilização do servidor de aplicação Mobicents se mostra robusta e completamente capaz de implementar todos os recursos e lógica requerida por um *Breakout Gateway Control Function*. Observa-se também que todas as interfaces de comunicação entre os elementos com o *BGCF* são feitas através do protocolo *SIP*, o *JAIN SIP* faz parte do servidor de aplicação Mobicents permitindo assim a implementação também da comunicação entre elementos utilizando este servidor. Cabe ressaltar que também não há um *MGCF* e *IM-MGW* de código aberto para completar uma solução de interconexão entre redes *IMS* e *PSTN*.

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] Third Generation Partnership Project, “Technical Specification Group Services and System Aspects; IP Multimedia Subsystem (IMS), Stage 2 (Release 12)”, 3GPP TS 23.228 v12.4.0. 2014
- [2] A.M.D. Silva. “Sinalização de Media Gateways em Redes de Próxima Geração”, Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática - Universidade de Aveiro, 2008
- [3] B. Marsié, T. Borosa, S. Pocuca, “IMS to PSTN/CS interworking”, 7th International Conference on Telecommunications, 2003
- [4] Y.-B Lin, A.-C PANG, “An All-IP Approach for UMTS Third-Generation Mobile Networks.”, IEEE Network, 2002
- [5] J.-P Joseph, “PSTN services migration to IMS. Are SPs finally reaching the tipping point for large scale migrations?”, Springer Science+Business Media, 2011
- [6] K. D. Wong, V. K. VARMA, “Supporting Real-Time IP Multimedia Services in UMTS”, IEEE Communications Magazine, pp. 148-155, 2003
- [7] Third Generation Partnership Project, “Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); LTE; Network architecture”, 3GPP TS 23.002 v9.2.0
- [8] M. Tsietsi, A. Terzoli, G. Wells “Mobicents as a Service Creation and Deployment Environment for the Open IMS Core”, Department of Computer Science - Rhodes University
- [9] R. M. Perea, “Internet Multimedia Communications Using SIP”, Morgan Kaufmann, 2008
- [10] Telestax (2014), “Mobicents Java SS7 Stack and Services”, Acedido em 01 de junho de 2014, em <http://code.google.com/p/jss7/wiki/Welcome>