

Implementação do Protocolo SIP-T com Suporte ao ISUP-BR

Danilo Jonas¹, Emílio Carvalho Dias¹, João Henrique de Souza Pereira²

¹CCR – CTBC Telecom
Uberlândia-MG, Brasil

²Dept. de Eng. de Sistemas Eletrônicos (PSI)
USP – Universidade de São Paulo
São Paulo-SP, Brazil
{daniloj, emilio}@ctbc.com.br, joaohs@usp.br

Rafael Leonardo Ferreira de Aquino¹, Pedro Frosi Rosa³

³Faculdade de Computação (FACOM)
UFU – Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia-MG, Brazil
rafaell@ctbc.com.br, frosi@facom.ufu.br

Abstract—The NGN/IMS networks converge Data, Voice and Video services in one unique network. To be possible this convergence, is necessary the interoperability with the traditional networks. By this interoperability, is possible to migrate services, from traditional to the new networks. In Brazil, for the voice services, is necessary that the NGN/IMS supports the ISUP-BR protocol, with the Telebrás and Anatel modifications based on the Q.763 Recommendation. This work presents the first open implementation for the SIP-T protocol with ISUP-BR support. It also shows the results of the massive tests for simultaneous connections in this implementation, that is active for more than 1 million of users.

Resumo—As redes NGN/IMS convergem os serviços de Dados, Voz e Vídeo para uma rede única. Para esta convergência é necessário a interoperabilidade com as redes legadas, de forma que a migração dos serviços, para as novas redes, seja gradativa. Para a migração dos serviços de voz, no Brasil, é necessário suportar alterações feitas pela Anatel e Telebrás sobre a Recomendação Q.763, publicada como ISUP-BR. Este trabalho apresenta a primeira implementação de código aberto do protocolo SIP-T com suporte ao ISUP-BR. Também mostra o resultado dos testes de carga para conexões simultâneas nesta implementação, que está em produção com mais de 1 milhão de usuários ativos.

Palavras Chave—ISUP-BR, Redes de Computadores; NGN; SIP-T

I. INTRODUÇÃO

Um dos marcos do surgimento das redes de comunicação foi a invenção do telefone, em 1.876, por Alexander Gran Bell. Posteriormente, a invenção da televisão, em 1922, resultou em outra rede, para suportar o envio de imagens unidirecionais. Uma terceira rede surgiu com o advento da comunicação de dados e sua expansão, na década de 60 [1].

Cada uma destas 3 redes nasceram em momentos diferentes, para atender necessidades distintas de comunicação, o que resultou no isolamento destas, por décadas. A partir do

avanço das redes de comunicação de dados e sua intrínseca flexibilidade, esta apresentou possibilidade de suportar os serviços de Voz e Dados, até então isolados nas redes de Telecomunicações e Televisivas.

Para este suporte, é necessário uma nova organização de sua estrutura quanto aos elementos de rede responsáveis pelos serviços, a exemplo, devem ser substituídas as tradicionais CPA's (Centrais de Programa Armazenado) e seus ELI/ELR (Estágios de Linha Integrado e Remoto) pelos componentes de uma NGN (*Next Generation Network*): MG (*Media Gateway*), MGC (*Media Gateway Controller*), SBC (*Session Border Controller*) e MSAM (*Multimedia Service Adaptation Module*), ou pelos elementos de uma rede IMS: CSCF (*Call Session Control Function*), MGCF (*Media Gateway Control Function*), HSS (*Home Subscriber Server*), dentre outros.

Este movimento de convergência das redes motiva esta pesquisa que tem o objetivo de desenvolver a primeira implementação aberta do protocolo SIP-T com suporte ao ISUP-BR, na camada de aplicação. Este artigo também mostra os resultados dos testes de carga da implementação realizada neste trabalho.

Este artigo apresenta, na seção, 2 os trabalhos relacionados nesta área de estudos e a seção 3 as características do protocolo ISUP no Brasil e suas consequências para o SIP-T. Esta seção também mostra a implementação do protocolo SIP-T com suporte ao ISUP-BR. A seção 4 apresenta a avaliação de desempenho dos testes de carga e a seção 5 apresenta a conclusão deste trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Para garantir a interoperabilidade dos serviços nas NGN e compatibilidade com as redes PSTN (*Public Switch Telecommunication Network*), em Setembro de 2002 o IETF publicou a RFC-3372 para interoperar as redes de sinalização ISUP com as redes de nova geração utilizando o protocolo SIP [2].

Posteriormente, Peterson e Camarillo trabalharam na publicação da RFC-3398, que descreve as melhores práticas para interoperar redes de sinalização SS7 ISUP (*ISDN User Part*) e redes SIP utilizando um MGC entre as duas redes. Após, no XXI SBRC em 2002, foi apresentado um estudo de "Voz sobre IP-Tecnologia e tendências", que apontou o "SIP-T" como uma tendência para a interoperabilidade de PSTN com NGN. Os anos mostraram que este estudo estava completamente correto.

Nesta área de trabalhos em redes há alguns projetos *open source* que implementam parte das recomendações da RFC-3372 ou RFC-3398. Como exemplo os projetos OpenSBC[12], Asterisk[13] e OpenSIPS[14] (antigo OpenSER[15]). Porém a interoperabilidade ainda não é completa em vários aspectos, principalmente quando há necessidade de responder as sinalizações contendo o cabeçalho ISUP em conformidade com este protocolo.

A maioria dos projetos trabalham apenas entregando a sinalização ao "SIP Proxy" na forma simples, com o cabeçalho "Mime", correspondente para que o elemento reconheça que se trata de uma chamada originada na rede tradicional de VOZ sem qualquer operação com os parâmetros do protocolo ISUP, como por exemplo, estados da ligação, categorias, parâmetros de identificação do tipo de chamada, entre outros, e as respostas utilizam apenas a sinalização SIP tradicional, não incluído o conteúdo ISUP no protocolo SIP enviado.

Também, as particularidades do ISUP que foram adaptadas pela Telebrás no Brasil (ISUP-BR), não são consideradas pelas comunidades que desenvolvem os projetos que implementam as recomendações de interoperabilidade entre as duas tecnologias o que não os torna acessível para muitos usuários em potencial. Assim, este trabalho busca contribuir com a implementação do SIP-T e sua extensão para suportar o ISUP-BR.

A. O Protocolo ISUP

O universo da convergência entre os sistemas de telefonia mundiais baseados em arquiteturas proprietárias TDM, para os sistemas baseados em protocolo IP tem conduzido as operadoras de telefonia a contratar ou desenvolver alternativas que suportem esta migração tecnológica.

O avanço da tecnologia digital na década de 80 e a consequente digitalização da rede telefônica, permitiram a disponibilização de novos serviços baseados em tráfego de voz e dados incluindo também aplicações de vídeo e multimídia. Surgiu nesta época, com o objetivo de padronizar uma rede única para o tráfego destes serviços, o conceito de *Integrated Services Digital Network* (ISDN) onde a informação trafegada é digital, mesmo aquelas de natureza tipicamente analógica, como a voz.

Suportando este cenário de desenvolvimento houve a paralela evolução do Sistema de Sinalização Número 7 (SS7), especificamente projetado para sinalização telefônica e concebido para ser utilizado em centrais de comutação e canais de transmissão digital. O SS7 define uma arquitetura de rede com 4 camadas sendo que a aplicação de *ISDN User Part* (ISUP) define as funções e os procedimentos necessários ao

oferecimento de serviços comutados e facilidades de usuário para aplicações de voz e dados.

A primeira especificação do SS7 foi publicada em 1980 sob a forma de recomendação do *International Telegraph and Telephone Consultative Committee* (CCITT). As recomendações foram publicadas no "Livro Amarelo" [3] onde a cor deste representa o período. Em 1984, já contemplando o protocolo ISUP, foi publicado o "Livro Vermelho" [4] e em 1988 no "Livro Azul" foi publicada a primeira revisão do ISUP especificando também os serviços suplementares adicionados ao protocolo [5].

Em 1992, o CCITT passou a ser designado como *International Telecommunication Union Standardization Sector* (ITU-T), órgão permanente da *International Telecommunication Union* (ITU) abandonando o formato de livros coloridos para as publicações. Na década de 90 houve a implantação em larga escala do SS7, com os principais fabricantes mundiais de centrais telefônicas incorporando a pilha de protocolos em seus equipamentos.

No Brasil, a Telecomunicações Brasileiras S.A. (Telebrás) foi responsável entre novembro de 1972 até a privatização do Sistema Telebrás, em julho de 1998, pela especificação dos padrões nacionais de telecomunicações definindo assim normas nacionais para adequação da sinalização SS7, que foram publicadas em documentos denominados PRÁTICAS TELEBRÁS.

Após a desestatização das empresas de telecomunicações brasileiras, estas atividades foram assumidas pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) que utiliza o formato de resoluções para regulamentar os protocolos de telecomunicações no Brasil.

Durante a evolução da utilização do SS7 no Brasil foram realizadas várias alterações nas recomendações internacionais devido a existência de limitações técnicas para a implementação de particularidades do sistema de Telefonia Brasileiro. Ao conjunto destas modificações e adequações é dado o nome de ISUP-BR. A referência inicial da especificação do ISUP-BR é a PRÁTICA TELEBRÁS 220-250-732 [6] que por sua vez tem como base a recomendação Q.767 da ITU-T [7]. A partir desta seguem-se dezenas de outras práticas e subsequentes resoluções que compõe a especificação do ISUP brasileiro.

B. O Protocolo SIP-T

Na década de 90 também surgiu a tecnologia *Voice over IP* (VoIP) para os serviços de comunicação por Voz. A VoIP é uma tecnologia alternativa à tradicional transmissão de voz pela rede pública de telecomunicações e prevê a utilização de uma só rede, endereçada pelo *Internet Protocol* (IP) para telefonia e tráfego de dados.

Na VoIP o *Session Initiation Protocol* (SIP) é um dos protocolos utilizados para o controle de sessão. Este protocolo foi especificado pelo IETF na RFC-2543 [8] e tem por objetivo a padronização de mensagens para criação, modificação e finalização de sessões multimídia

Para maior interoperabilidade entre o protocolo SIP e as redes SS7/PSTN, o IETF especificou o *SIP for Telephones* (SIP-T). SIP-T não é um novo protocolo, e sim um conjunto de mecanismos agregados ao SIP tradicional que, basicamente, adiciona a capacidade de transportar a informação do ISUP de forma transparente para os *Gateways*. As mensagens ISUP são encapsuladas ao corpo da mensagem SIP através de *Multipurpose Internet Mail Extensions (Mime-Types)* já suportados pelo SIP. A sua definição está descrita na RFC-3372 [2].

III. IMPLEMENTAÇÃO DO SIP-T COM SUPORTE AO ISUP-BR

Dentro do contexto de convergência a utilização do protocolo SIP cria uma limitação de interoperabilidade relevante, uma vez este não suporta, de forma plena, os mecanismos de sinalização das PSTN legadas. São vários os exemplos de perda de informação na interoperabilidade entre os protocolos ISUP e SIP e este problema varia conforme as particularidades existentes na rede de telecomunicação de cada país. Segue a descrição de alguns exemplos, respectivos a particularidades específicas existentes no Brasil:

- A rede de telefonia deve estar preparada para tratar chamadas a cobrar. Esta facilidade permite que a tarifação de uma chamada seja atribuída ao assinante de destino, obrigando o sistema a transportar e tratar esta informação durante o trajeto de sinalização. Além disso, como o controle da chamada passa a ser do assinante de destino é necessário que seja possível identificar e bloquear este tipo de chamada conforme designado por este assinante. Para identificar uma chamada a cobrar no ISUP-BR, é setado o Bit M (*Collect Call Indicator*) do parâmetro *Forward Call Indicators* da mensagem *Initial Address* (IAM).

- Outra forma de bloqueio de chamadas a cobrar é realizada alterando o fluxo de sinalização de forma a enviar uma mensagem *Suspend* (SUS) e em sequência uma mensagem *Resume* (RES) logo após o recebimento do atendimento, forçando assim a desconexão da chamada caso o controle tenha sido atribuído ao destino.

- Como é permitida somente uma transferência de chamada na rede nacional, o segundo octeto do campo *Redirection Information* deve ser sempre omitido. A IAM ao ser enviada em uma chamada transferida, deve conter no campo *Called Number*, o endereço de destino da transferência e o parâmetro *Redirection Information*. Nas centrais trânsito, o parâmetro *Redirection Information* recebido deve ser retransmitido na IAM enviada.

- Informações da categoria do assinante originador como Terminais Pré-Pago (224) e Telefones Públicos (226). Esta identificação é necessária para permitir a tarifação destes serviços em pontos distintos da rede. Para atender a este requisito foram definidas novas categorias de assinante.

- Informação de *Charge* ou *NoCharge* no *Backward Call Indicator* conforme o fluxo de mensagens *Address Complete Message* (ACM) e *Answer Message* (ANM).

Neste trabalho foi implementado o protocolo SIP-T e acrescentado o suporte ao ISUP-BR para a sinalização entre

uma plataforma de serviços e uma NGN. Isto permite a interoperabilidade necessária ao tratamento e controle do fluxo de mensagens entre uma rede TDM em ISUP (incluindo as alterações brasileiras feitas pela Telebrás e Anatel) e uma rede NGN em SIP.

Esta implementação do SIP-T com suporte ao ISUP-BR, tomou como ponto de partida o *chan_sip*, que é uma implementação *open source* do SIP feita pela Digium [9].

A. Alterações no *chan_sip*

Dentro do “*chan_sip*”, há suporte para alguns tipos de Mime-Type (conteúdo da mensagem), como por exemplo o SDP (*Session Description Protocol*), que é o protocolo projetado para descrever sessões multimídias, convidando-as ou agindo de outras maneiras para iniciar uma sessão multimídia. A partir deste ponto foi utilizado como base a construção do SDP dentro do corpo SIP para a construção das mensagens ISUP.

Para isto foi alterado o conteúdo do corpo SIP, para suportar o ISUP além do SDP, estando esta implementação integralmente em acordo com a RFC-3372. O primeiro passo desta implementação foi a codificação do Content-Type da mensagem SIP com a inclusão do ISUP, conforme apresentado na Figura 1.

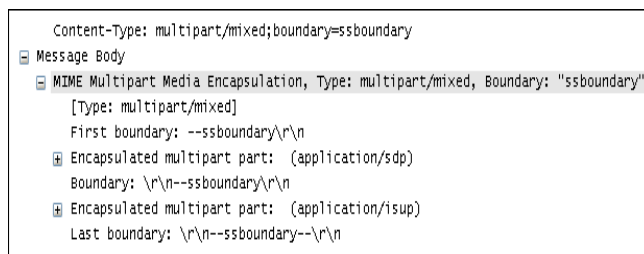


Figura 1. Mensagem SIP com SDP e ISUP

Previamente a esta codificação o *chan_sip* suportava apenas o Content-Type do SDP, sem acrescentar o MIME Multipart com o ISUP, conforme mostra a Figura 2.

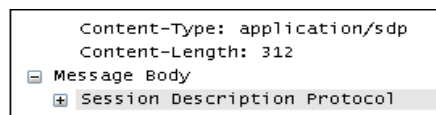


Figura 2. Mensagem SIP apenas com SDP

A Figura 2 mostra que uma mensagem com apenas um tipo de corpo é identificada na forma “*application/X*” onde X é o nome do corpo que está sendo transmitido. Na Figura 1 há uma mensagem com dois tipos de corpo, no caso o “*application/sdp*” e o “*application/isup*”. desta forma o tipo da mensagem é identificada como “*multipart/mixed;boundary=ssboundary*”.

Para a construção das mensagens foram criadas duas funções para adicionar o ISUP nas mensagens SIP, sendo estas a “*add_isup*” e a “*add_sdp_isup*”. Estas são utilizadas

conforme apresentado na Figura 3, onde a `add_sdp` já estava presente no `chan_sip` original.

```
static enum sip_result add_sdp(struct sip_request *resp, struct sip_pvt *p);
static enum sip_result add_isup(struct sip_request *resp, char *data, int tamD);
static enum sip_result add_sdp_isup(struct sip_request *resp, struct sip_pvt *p, char *data, int tamD);
```

Figura 3. Protótipos das funções criadas

Para a construção dos corpos ISUP foi seguida a recomendação Q.763 da ITU-T. Assim, quando é necessário enviar alguma mensagem, os métodos criados são responsáveis pela lógica de construção.

B. A Aplicação Dial

Para a discagem, em nível de protocolo, o Dial é o responsável por enviar a mensagem “INVITE”, e nesta implementação foi acrescentado o envio do ISUP com a mensagem IAM. Assim, o “INVITE” passa a ter uma mensagem IAM dentro de seu corpo, e para a sua configuração foi realizada uma modificação na *application Dial*, também da Digium, para enviar as informações necessárias ao SIP-T, sendo que agora, além do canal e destino da ligação, são fornecidas informações da mensagem IAM. A Figura 4 mostra exemplos dos arquivos de configuração original e após as alterações.

```

Arquivo de Configuração Original

exten => _X.,1,Ringing
exten => _X.,n,Answer
exten => _X.,n,Dial(SIP/xxxxxxxxxxxx@softx)
exten => _X.,n,Hangup

Arquivo de Configuração após Alterações

exten => _X.,1,Ringing
exten => _X.,n,Answer
exten => _X.,n,SET(IAM=XXXXXXXXXXXX/6:0/7:8#0/9:10/2:3/4:3#144/8:0/10:3#19/192:0#129#147/63:4#151#85#67/3:124#3#136#144#166/0:0)
exten => _X.,n,Dial(${IAM}&(SIP/XXXXXXXXXXXX @softx))
exten => _X.,n,Hangup

```

Figura 4. Arquivo de configuração original e após alterações

C. Implementação do SIP-T

A implementação do protocolo SIP-T foi realizada com a adição do corpo ISUP na mensagem SIP, conforme a RFC-3372. Para isto foi criada uma interface com o usuário a partir dos arquivos de configuração do plano de discagem para o envio automático do SIP-T pelo `chan_sip`.

A maior dificuldade da implementação foi devida ao protocolo SIP ser baseado em texto e o ISUP em campos binários e hexadecimais. Assim, o código da Digium estava preparado para receber strings e não bits. Com isto, antes de ser desenvolvida a lógica dos métodos necessários, foi criada uma solução da escrita dos bytes hexadecimais. Isto foi feito através de um método que escreve diretamente no vetor de caracteres os códigos hexadecimais.

Para o envio de mensagens IAM foi construída uma função chamada “`montaVetorMensagemIAM`”, que possui a estrutura

necessária para a criação de um corpo IAM. Esta função recebe como parâmetro uma sequência de caracteres e a partir desta sequência monta um vetor com o corpo ISUP.

A recomendação Q.763 define três tipos de parâmetros para a mensagem IAM: mandatório de tamanho fixo; mandatório de tamanho variável; e opcional.

Para os campos de tamanho fixo, apenas é lido o parâmetro fornecido pelo plano de discagem e o seu conteúdo, caso esses parâmetros sejam passados de forma incorreta, a construção do corpo é interrompida e a mensagem IAM não é enviada. O de tamanho variável possui lógica similar, no entanto, permite a variação da quantidade de bytes.

Também, caso ocorra alguma variação irregular neste tamanho, a mensagem não será enviada. Para os campos opcionais a lógica de construção permite que a função envie a mensagem sem que haja obrigatoriedade da presença dos parâmetros.

Para qualquer particularidade relacionada à mensagem IAM, a interface é feita pelo arquivo de configuração `extensions.conf` que faz a passagem de parâmetros à `chan_sip`, mais objetivamente ao método “`montaMensagemIAM`” e então é montado o corpo da mensagem, seguindo a norma Q.763.

Com a adição do corpo ISUP ao SIP as mensagens podem ser enviadas de 4 formas distintas: SIP+SDP; SIP+SDP+ISUP; SIP+ISUP ou simplesmente SIP. O código desenvolvido possui métodos prontos para montar mensagens com qualquer um destes padrões.

D. Implementação do Suporte ao ISUP-BR

As particularidades do ISUP no Brasil, descritas na seção 3, são necessárias no SIP-T para garantir a interoperabilidade adequada entre as redes PSTN tradicionais e as NGN no Brasil, em acordo com a RFC-3372 e a Q.763, conforme as exigências da Anatel para a rede brasileira.

Assim, necessidades como, por exemplo, a identificação de uma chamada a cobrar é suportada com a configuração apresentada na Figura 4, setando o Bit-M ao informar o parâmetro “*Forward Call Indicators*” na mensagem IAM.

No caso do “*Forward Call Indicators*”, o parâmetro entregue ao `chan_sip` é o `0x7`. Este parâmetro é obrigatório no ISUP. Na Figura 4 este parâmetro é informado da seguinte maneira `7:8#0`. Isto significa que o mesmo possui dois bytes de informação e no primeiro byte é ativado o Bit-M para indicar que a chamada é a cobrar, de acordo com o ISUP-BR.

O SIP possui o método INFO que transporta as mensagens informativas com ISUP, no SIP-T. Para o bloqueio de chamadas a cobrar o fluxo de sinalização é alterado com o envio de uma mensagem SUS e logo depois uma mensagem RES. No corpo destas duas mensagens além da indicação do mime-type como ISUP, as duas recebem a sequência de bytes a seguir:

Mensagem SUS: `0x0d 0x01 0x00`

Mensagem RES: `0x0e 0x01 0x00`

Para o envio destas duas mensagens foi desenvolvida a adição de duas *applications* ao *extensions.conf*.

Outra característica importante na rede brasileira é a identificação da categoria do chamador, para distinguir assinantes comuns de pré-pagos e telefones públicos, dentre outros. Para suportar a identificação da categoria foi desenvolvida a função *CATEGORIA_IAM()*. Seu uso é feito através de sua inclusão no *extensions.conf*.

No momento em que esta função é chamada, ela coleta a categoria do assinante no corpo ISUP enviado no SIP-T. Esta informação pode ser entregue para a segunda perna da ligação, caso desejado. Para o repasse da categoria apenas é necessário informar nos parâmetros do IAM a categoria obtida pela função *CATEGORIA_IAM*.

E. Geração do Pacote RPM

Para facilitar a utilização desta implementação, os códigos desenvolvidos foram incluídos no RPM original da Digium, versão 1.4.15.

Os testes de funcionamento deste pacote foram realizados com sucesso para o sistema operacional Linux Red Hat 5 e CentOS-4, com aplicação do “patch” para a versão 1.4.15 da Digium e o procedimento padrão de compilação.

A próxima seção descreve a avaliação de desempenho dos testes de carga realizados nesta implementação.

IV. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Esta seção descreve 2 cenários distintos dos testes de carga realizados para avaliar o comportamento desta implementação em situações críticas. É importante destacar que os testes de carga focaram na análise do quão performático foi a implementação e não uma comparação entre o *chan_sip* original e o modificado.

O primeiro consiste na avaliação da capacidade de receber chamadas SIP-T e o segundo na capacidade de originar chamadas, também com SIP-T. Estes dois cenários são relevantes pois alguns serviços de telefonia exigem apenas o tratamento de chamadas e outros possuem a necessidade de gerar nova discagem (novo encaminhamento/roteamento).

Em relação aos tipos de chamadas que são tratadas, existe uma diferença quanto a realizar o tratamento de sinalização ou de sinalização+mídia, o que reduz a capacidade de tratamento simultâneo pois aumenta a exigência de poder computacional. Desta forma, para verificar possíveis alterações no comportamento desta implementação com e sem mídia, será descrito no primeiro cenário o recebimento de chamadas sem mídia, e no segundo cenário a origem de chamadas com mídia.

A. Ambiente

Nos testes foi utilizada uma rede de dados de alto desempenho com Switches Giga redundantes, modelo Cisco 4507, e os servidores foram ativados rodando apenas os processos necessários para o funcionamento do sistema operacional e do pacote desenvolvido.

Foram utilizados servidores IBM 3550, com 1 quad-core e 8GBRAM, com o sistema operacional CentOS-4 e compilador gcc-4.3.

A ferramenta utilizada para gerar carga de chamadas foi o SIPP, capaz de gerar a sinalização SIP e também o tráfego de mídia após estabelecida a sessão SIP com os codecs negociados pelo SDP. O SIPP também fornece as estatísticas dos testes realizados.

B. Resultados

No primeiro cenário (capacidade de receber chamadas sem mídia) o SIPP foi configurado em seis servidores para gerar chamadas direcionadas para um elemento de controle (SoftX), que ao receber as chamadas em SIP, originadas pelo SIPP, convertia em SIP-T e direcionava para um único servidor alvo do teste de carga. Este teste avaliou o comportamento da sinalização, ou seja, a mídia não foi trocada entre as pontas. Apenas a negociação de sessões SIP foi realizada de forma a focar o teste de carga na implementação da pilha do protocolo do SIP-T com ISUP-BR.

Este teste de sinalização alcançou 100 conexões/seg com 100% de completamento de conexões e antes de chegar ao limite de capacidade do servidor alvo com a implementação deste trabalho foi atingido o limite de capacidade da SoftX. A placa de controle de chamadas da SoftX não suportou o volume de CAPS (*Calls Per Second*) suficiente para atingir o limite desta implementação. A Figura 5 mostra a relação de chamadas simultâneas/10seg com o consumo de processamento e memória da placa de controle de chamadas da SoftX.

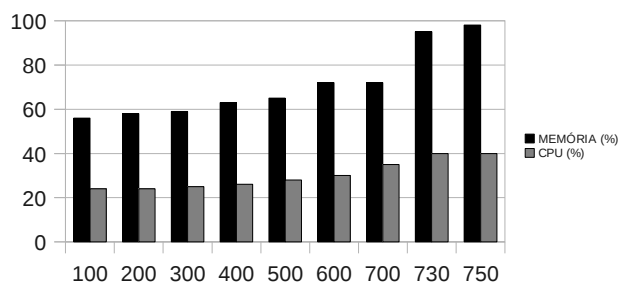


Figura 5. Consumo de recursos da placa de controle de chamadas da SoftX nos testes de chamadas simultâneas/10seg

A Figura 6 apresenta o impacto do CAPS sobre os recursos desta mesma placa da SoftX.

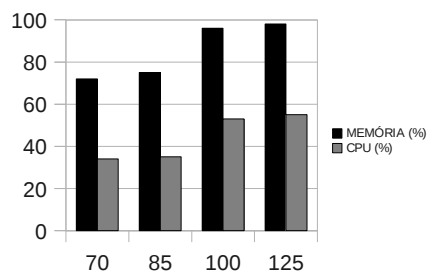


Figura 6. Consumo de recursos da placa de controle de chamadas da SoftX nos testes de chamadas simultâneas/seg

O segundo cenário (capacidade de originar chamadas) foi preparado para testes com mídia sem utilizar a SoftX para converter a sinalização de SIP para SIP-T, de forma que não houvesse a limitação da placa de controle de chamadas da SoftX, que ocorreu no primeiro cenário. Também foi utilizado o SIPP como gerador de chamadas e adicionada a geração de mídia.

Neste cenário o SIPP foi configurado para originar chamadas SIP localmente no servidor, que por sua vez convertia para SIP-T e encaminhavam para o servidor alvo. No primeiro teste deste cenário foi utilizado 1 servidor para originar conexões com destino a 1 alvo atingindo a capacidade de 1.950 conexões/10seg com 100% de sucesso no estabelecimento de sessões. Acima deste limite houve início de perda de conexões.

Este teste foi “estendido” para acrescentar mais servidores (nome: PI-Sigxx) para originar conexões. A Figura 7 apresenta o comportamento dos servidores de sinalização SIP-T quando foram acrescentados geradores de chamada. O PI-Sig36 foi ativado com apenas 100 chamadas/10seg para comprovar que a perda não estava na capacidade de originar chamadas e sim no destino em tratá-las.

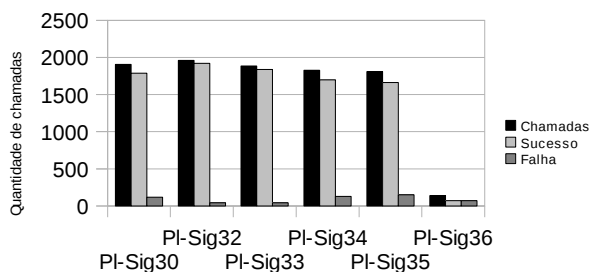


Figura 7. Comportamento com múltiplos geradores de chamada/10seg

A perda de chamadas no estabelecimento de sessões ocorreu no servidor alvo pelo limite de uso de descritores de arquivos. Este limite não foi alterado no sistema operacional pela premissa de não fazer *tunning*, para garantir a mesma configuração ao longo dos diferentes testes.

V. CONCLUSÃO

A Telebrás e posteriormente a Anatel, ao longo dos anos, fizeram alterações no ISUP, de forma que o Brasil passou a ter uma variação sobre a Q.763 original, denominada ISUP-BR. Com a implementação das redes NGN no Brasil há limitações para a interoperabilidade das redes PSTN com os protocolos convergentes, como por exemplo o SIP-T.

Assim, este trabalho apresenta uma contribuição científica no que tange a ser a primeira implementação de código aberto para o protocolo SIP-T com suporte ao ISUP-BR. Este trabalho também apresenta os testes de carga e resultados de desempenho para a implementação realizada, que teve como ponto de partida o *chan_sip*, que é uma implementação feita pela Digium para o protocolo SIP.

A implementação apresentada neste trabalho está em produção com mais de 1 milhão de usuários ativos, com atendimento da interoperabilidade entre a rede PSTN tradicional, em ISUP e ISUP-BR, e uma rede NGN com conexão M3UA entre os MG (*Media Gateway*) e o MGC (*Media Gateway Controller*). A conexão SIP-T com suporte a ISUP-BR, desenvolvida neste trabalho, está ativa entre a plataforma desenvolvida e o MGC da camada de controle da NGN.

Como continuidade dos trabalhos descritos neste artigo foi desenvolvido um middleware SIP-T, em java, sem basear-se no *chan_sip*. Este middleware está em fase de testes em produção.

Sugere-se, para trabalhos futuros, portar a implementação descrita neste artigo e este middleware para RA (*Resource Adapter*) a ser usado em um SDP (*Service Delivery Platform*). Por exemplo, como RA em um *Mobicents*.

REFERÊNCIAS

- [1] Ferrari, A. M. (1998) “Telecomunicações Evolução e Revolução”, Editora Érica.
- [2] Vemuri, A., Peterson J. (2002) “Session Initiation Protocol for Telephones (SIP-T)” In: Request for Comments: 3372 IETF.
- [3] International Telegraph and Telephone Consultive Committee CCITT (1980) “Yellow Book Recommendations” In: CCITT Signaling System No. 7 Geneva.
- [4] International Telegraph and Telephone Consultive Committee CCITT (1984) “Red Book Recommendations” In: CCITT Signaling System No. 7 Geneva.
- [5] International Telegraph and Telephone Consultive Committee CCITT (1988) “Blue Book Recommendations” In: CCITT Signaling System No. 7 Geneva.
- [6] Telecomunicações Brasileiras (1998) “Subsistema de usuário RDSI-ISUP Sistema de sinalização por canal comum número 7” In: Sistema de documentação Telebrás Série Engenharia, Brasília, DF.
- [7] International Telecommunication Union ITU (1991) “Application of the Isdn User Part of CCITT Signalling System No. 7 for International Isdn Interconnections Recommendation Q.767”. In: Specifications of Signalling System No.7, Geneva.
- [8] Handley, M., Schulzrinne H., Schooler, E., Rosenberg J. (1999) “SIP: Session Initiation Protocol” In: Request for Comments: 2543 IETF.
- [9] Jared S., Jim V. M., Leif M. (2005), “Asterisk: The Future of Telephony”, ISBN 10: 0-596-00962-3, ISBN 13: 9780596009625, Editora O’Reilly.
- [10] Eric Foster-Johnson, (2003), “Red Hat RPM Guide” ISBN 0764549650. A complete, up to date guide for building RPM packages.
- [11] Fox, P., Red Hat (2003): Fedora Project Developer’s Guide: Chapter 4. Building RPM Packages (<http://fedora.redhat.com/participate/developing-guide/ch-rpm-building.html>). [1]The Open Source Sip Community: OpenSBC [Internet]. Admin. 2007 Ago – [acesso em 2010 Jul 05]. Disponível em: <http://www.opensourcesip.org:8080/clearspace/docs/DOC-1001>.
- [12] [2]The Open Source Telephony Projects: Asterisk [Internet]. Digium 2010 – [acesso em 2010 Jul 05]. Disponível em: <http://www.asterisk.org/>.
- [13] [3]The Open SIP Server Project - Former OpenSER Project [Internet]. Admin. 2010 – [acesso em 2010 Jul 05]. Disponível em: <http://www.opensips.org/>.
- [14] [4]Kamailio (OpenSER) - the Open Source SIP Server [Internet]. Admin. 2009 – [acesso em 2010 Jul 05]. Disponível em: <http://www.kamailio.org/>.