

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM REDES DE COMPUTADORES E
TELEINFORMÁTICA

FABIANA OLIVEIRA MONTOIA

ESTUDO DE CASO: ATUALIZAÇÃO DE CANAIS ISDN PARA SIP

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2018

FABIANA OLIVEIRA MONTOIA

ESTUDO DE CASO: ATUALIZAÇÃO DE CANAIS ISDN PARA SIP

Monografia de Especialização, apresentada ao Curso de Especialização em Redes de Computadores e Teleinformática, do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Valmir de Oliveira

CURITIBA
2018



TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DE CASO: ATUALIZAÇÃO DE CANAIS ISDN PARA SIP

por

FABIANA OLIVEIRA MONTOIA

Esta monografia foi apresentada em 20 de Novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Redes de Computadores e Teleinformática. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Valmir de Oliveira
Orientador

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas
Membro titular

Prof. M. Sc. Omero Francisco Bertol
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha filha Beatriz, pelos momentos de ausência.

RESUMO

MONTOIA, Fabiana Oliveira. **Estudo de caso: Atualização dos canais ISDN para SIP**. 2018. 35 p. Monografia de Especialização em Redes de Computadores e Teleinformática, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Realizado estudo em uma empresa que possui um centro de atendimento ao consumidor distribuído em cinco cidades paranaense, interligada anteriormente por troncos ISDN e equipamentos obsoletos, sem suporte pelo fabricante. Apresentado análise sobre as topologias e diferença entre os sites. A atualização da plataforma proporcionou vários recursos que possibilitaram a alteração da tecnologia ISDN para troncos SIP, sendo demonstrados os ganhos obtidos com esta alteração, as possibilidades de configuração no nível de alarmes e parâmetros com o SIP, juntamente com as conclusões.

Palavras-chave: SIP. ISDN. MX-ONE.

ABSTRACT

MONTOIA, Fabiana Oliveira. **Case study: Updating ISDN channels for SIP**. 2018. 35 p. Monografia de Especialização em Redes de Computadores e Teleinformática, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

A study was carried out on a company that has a customer service center distributed in five cities of Paraná, previously interconnected by ISDN trunks and obsolete equipment, with no longer support by the manufacturer. Presented the analysis on topologies and differences between sites. The update of the platform provided several features that made the change of the ISDN technology for SIP trunks possible, showing the gains obtained with this change, the configuration possibilities in the level of alarms and parameters with the SIP, along with the conclusions.

Keywords: SIP. ISDN. MX-ONE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Topologia	13
Figura 2 - Servidores site das cinco cidades em estudo	14
Figura 3 - Disposição das placas site Curitiba.....	15
Figura 4 - Topologia demais sites	15
Figura 5 - Disposição das placas demais sites.....	16
Figura 6 - Tabela QoS.....	23
Figura 7 - Configuração central telefônica.....	24
Figura 8 - Comando para verificação de recursos RTP utilizados.....	27
Figura 9 - Topologia demonstrativa dos canais.....	30
Figura 10 - Detalhamento chamada SIP	31
Figura 11 - Configuração de QoS.....	32
Figura 12 - Alarmes.....	32
Figura 13 - Alarme de rota SIP	33
Figura 14 - Alarme rota ISDN.....	33

LISTA DE SIGLAS

AES	<i>Advanced Encryption Standard</i>
CAS	<i>Channel Associated Signaling</i>
CTI	<i>Computer Telephony Integration</i>
FDM	<i>Frequency Division Multiplexing</i> (ou multiplexação por divisão de frequência)
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i> (ou linguagem de marcação de hipertexto)
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> (ou protocolo de transferência de hipertexto)
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IP	<i>Internet Protocol</i> (ou protocolo de internet)
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i> (ou Rede Digital de Serviços Integrados - RDSI)
ITU-T	<i>International Telecommunication Union - Telecommunication</i>
LAN	<i>Local Area Network</i> (ou rede de área local)
MGU	<i>Media Gateway Unit</i>
MPLS	<i>MultiProtocol Label Switching</i> (ou comutação de rótulos multiprotocolo)
OAS	<i>Open Application Server</i>
QoS	<i>Quality of Service</i> (ou Qualidade de Serviço)
RCTP	<i>Real-time Transport Control Protocol</i>
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados (ou <i>Integrated Services Digital Network</i> - ISDN)
RFC	<i>Request for Comments</i> (ou pedido de comentários)
RTP	<i>Real-time Transport Protocol</i> (ou protocolo de transporte em tempo real)
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i> (ou protocolo de iniciação de sessão)
SMS	<i>Short Message Service</i> (ou serviço de mensagens curtas)
SSRC	<i>Synchronization Source</i>
STM	<i>Synchronous Transfer Mode</i> (ou modo de transferência síncrono)
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/ Internet Protocol</i>
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i> (ou multiplexação por divisão de tempo)
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i> (voz sobre IP)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 TOPOLOGIA	13
2.1 DESCRIÇÃO DOS SITES	13
2.1.1 Curitiba	14
2.1.1.1 Disposição das placas	15
2.1.2 Demais Sites	15
2.1.2.1 Disposição das placas	15
2.2 DESCRIÇÃO DOS SERVIDORES	16
2.2.1 Servidor de Telefonia	16
2.2.1.1 Placa MGU	16
2.2.1.2 Placa ASU	16
2.2.2 Servidores Windows	17
2.2.2.1 Servidor MiCC Enterprise: SeC Curitiba	17
2.2.2.2 Servidor MiCC Enterprise: OAS	17
3 DESENVOLVIMENTO	19
3.1 EMBASAMENTO TEÓRICO	19
3.1.1 Redes de transporte	19
3.1.2 Integrated Services Digital Network (ISDN)	19
3.1.2.1 Sinalização	20
3.1.3 Real-time Transport Protocol (RTP)	20
3.1.4 Session Initiation Protocol (SIP)	21
3.1.4.1 Mensagem SIP	21
3.1.5 Tipo de Comutação	22
3.1.6 Requisitos de Rede	23
3.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE TELEFONIA	24
3.2.1 Media Gateway Unit (MGU)	24
3.2.1.1 Interfaces	25
3.2.1.2 Recursos MGU	25
3.2.1.2.1 <i>Time Division Multiplexing (TDM)</i>	25
3.2.1.2.2 <i>Voz sobre IP</i>	26
3.2.1.2.3 <i>Real-time Transport Protocol (RTP)</i>	26
3.2.1.2.4 <i>Deteção de DTMF e relay em canais RTP</i>	27
3.2.1.2.5 <i>Buffer Jitter</i>	27
3.2.1.2.6 <i>Cancelador de ECHO</i>	28
3.2.1.2.7 <i>Geração de SSRC, deteção e manuseio de colisão</i>	28
3.2.1.2.8 <i>Segurança de mídia: SRTP</i>	28
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	29
4.1 RELAÇÃO DE CUSTOS DOS CANAIS	29
4.2 DETALHAMENTO DA CHAMADA	31

4.2.1 Chamada SIP.....	31
4.3 CONFIGURAÇÃO E ALARMES GERADOS.....	31
4.3.1 Configuração e Alarmes QoS.....	31
4.3.2 Alarmes ISDN.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Até a década de 1950, a rede telefônica era baseada em sua totalidade na tecnologia analógica. Após a invenção do transistor em 1948 e sua evolução até a produção do primeiro circuito integrado, impulsionaram a indústria de telecomunicações, foi possível criar centrais mais robustas, rápidas e com custo menor. Em 1958, já surgia nos laboratórios da Bell, as primeiras centrais digitais (COLCHER et al., 2005, p. 5).

As centrais telefônicas começaram a ser baseadas em sistemas computacionais, que evoluíram para oferecer uma série de vantagens em manutenção e operação. As configurações foram flexibilizadas, sendo realizadas até por meio de softwares. Na década de 80, o sistema começou a se tornar predominantemente digital, exceto as linhas dos assinantes (COLCHER et al., 2005, p. 5).

Com o crescimento da internet entre as décadas de 80 e 90, aumentou a corrida por tecnologias e impulsionou o processo de convergência ao encontro do IP (*Internet Protocol*, ou protocolo de internet), inicialmente era um projeto de pesquisa que envolvia dezenas de sites, hoje alcança milhões de pessoas no mundo. Foi criado um conjunto de padrões para interconexões, conhecido como *Transmission Control Protocol/ Internet Protocol* (TCP/IP) de protocolos de internet, que tolera heterogeneidade. A habilidade do TCP/IP de tolerar novas redes de comutação de pacotes é a maior razão para a evolução contínua dessas tecnologias (COMER, 2016, p. 3-7).

1.1 PROBLEMA

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de energia, no setor responsável pelo atendimento ao cliente. Os equipamentos e as tecnologias estavam defasados, impossibilitando o aumento de oferta aos clientes de canais de comunicações mais eficientes e de qualidade, além dos gastos mensais pagos a operadora para manter a estrutura. O estudo está delimitado especificamente a atualização da central telefônica e suas interligações entre sites.

Com a atualização da central e a mudança de tecnologia pode-se alterar a sinalização dos troncos, que fazem a interligação entre os sites, pretende-se

apresentar as melhorias conseguidas com as alterações realizadas na topologia do cliente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar os ganhos de desempenho no sistema após a atualização da central e da mudança de tecnologia de sinalização dos canais E1.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral neste trabalho de conclusão de curso os seguintes objetivos específicos serão abordados:

- Apresentar a nova topologia instalada;
- Descrever os ganhos de funcionalidades com a atualização do sistema de telefonia;
- Apresentar os ganhos com a nova estrutura.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com o intuito de manter o parque tecnológico atualizado, a empresa que prove atendimento ao cliente, sendo o acesso principal via *Call Center*, realizou na empresa um projeto de atualização das centrais telefônicas, arquitetura e protocolos utilizados.

Os equipamentos estavam com versões de softwares antigos sem suporte pelo fabricante e como ofertam um serviço essencial a empresa, passível de multa por órgãos regulamentadores, caso os índices não fossem atingidos, optou-se por atualizar já agregando as novas funcionalidades, disponíveis nas novas versões das aplicações.

Enfim, faz-se necessário a utilização e aplicação de conceitos e metodologias de redes de dados e telefonia, para com maior confiabilidade garantir a disponibilidade de todos os serviços pela empresa oferecida.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia de especialização está dividida em 5 (cinco) seções, incluído essa: “Introdução”, com um breve histórico e onde foi abordado a motivação e os objetivos geral e específicos da pesquisa, a justificativa e a estrutura geral do trabalho.

Na segunda seção: “Topologia”, será apresentado a estrutura atual do cliente.

A seguir na terceira seção: “Desenvolvimento”, será abordado o embasamento teórico e funcionalidades da central telefônica com a atualização do sistema.

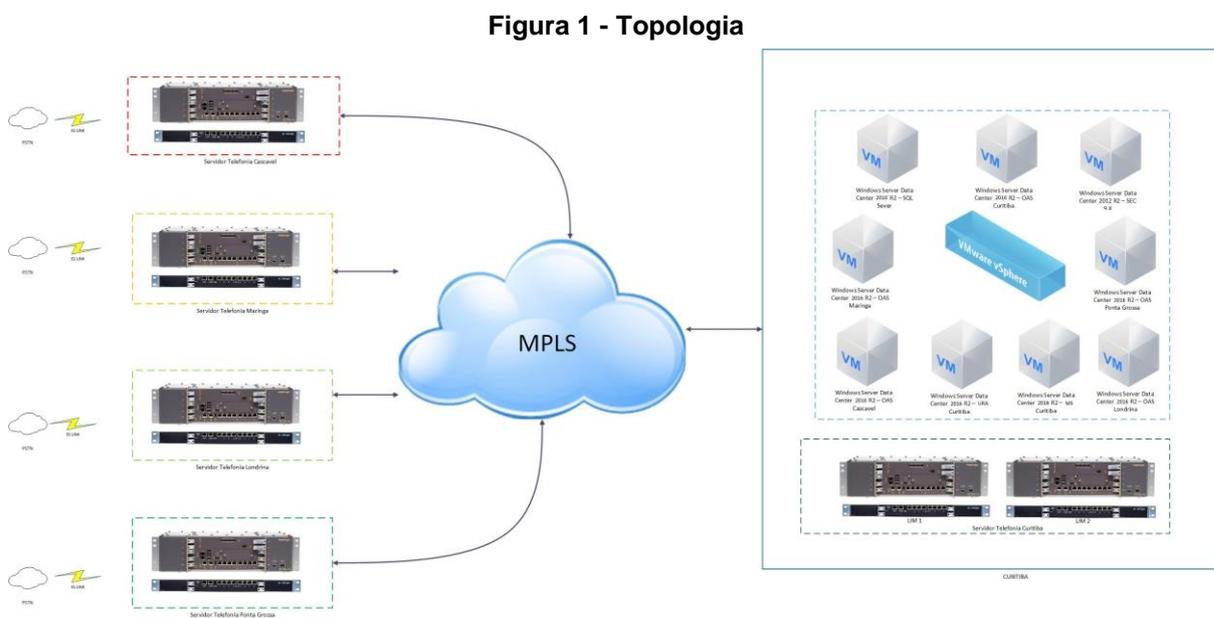
Na quarta seção: “Apresentação e Análise dos Resultados”, serão descritos os ganhos com a atualização e mudança de tecnologia utilizada.

Por último na quinta seção: “Considerações Finais”, serão apresentados os objetivos e apontado como foram solucionados, respondidos, atingidos, por meio do trabalho realizado.

2 TOPOLOGIA

2.1 DESCRIÇÃO DOS SITES

O projeto de atualização da central telefônica e do *Contact Center*, consistiu na instalação de um sistema de telefonia composto por 1 site em 5 cidades. Tais cidades são estratégicas para o negócio, sendo elas Curitiba, Londrina, Maringá, Ponta Grossa e Cascavel. A nova arquitetura do sistema utiliza a rede de dados para comunicação entre os servidores e *gateways*. Todos os sites se comunicam via rede MPLS (*MultiProtocol Label Switching*) existente no cliente, conforme pode ser observado sua topologia na Figura 1.



Fonte: Autoria própria.

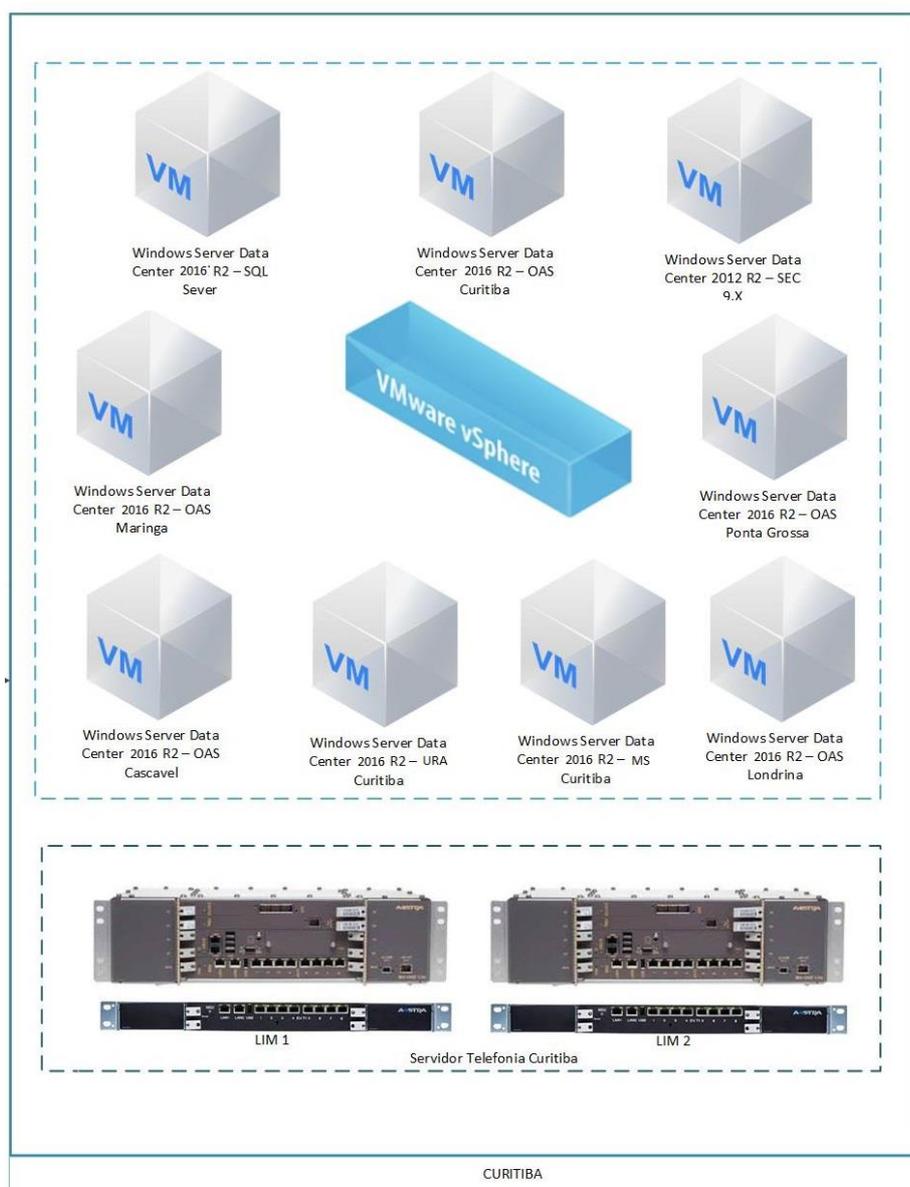
Somente existe estrutura de cabeamento telefônico em par trançado no site Curitiba, pois ainda utilizam ramais digitais para atendimento, que foi distribuído em quadro distribuidor geral - DG primário já existente no cliente, nos sites das demais cidades, os atendimentos ocorrem somente via ramais IP's (*Internet Protocol*) utilizando tecnologia SIP (*Session Initiation Protocol*), todos registrados na central telefônica de Curitiba.

2.1.1 Curitiba

A central telefônica possui 3 servidores, sendo dois principais e um de *backup*, para assumir caso haja falha em qualquer um dos servidores principais. Os sistemas *Call Center* são distribuídos em 9 servidores virtuais, alocados fisicamente em Curitiba.

Na Figura 2, mostra-se a configuração macro para as cinco cidades em estudo.

Figura 2 - Servidores site das cinco cidades em estudo



Fonte: Autoria própria.

2.1.1.1 Disposição das placas

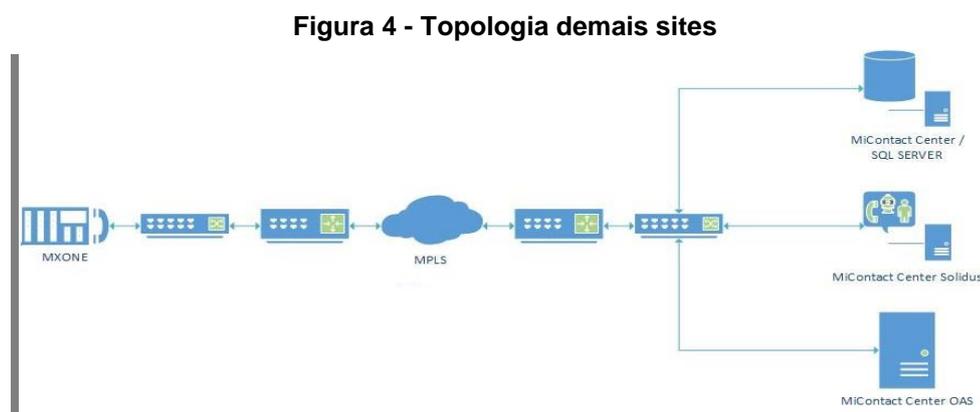
O site de Curitiba é dividido em dois prédios, onde os servidores estão distribuídos, e são interligados via rede de dados. Ambos os prédios possuem ramais digitais disponibilizados pelas placas ELU33. Na Figura 3, tem-se a disposição das placas dentro dos gabinetes da central.



Fonte: Autoria própria.

2.1.2 Demais Sites

As centrais telefônicas dos sites de Ponta Grossa, Cascavel, Londrina e Maringá, possuem 1 servidor principal por localidade. Cada localidade também possui um servidor virtual responsável pela comunicação da central telefônica com o servidor principal do *Call Center*, alocados fisicamente em Curitiba. Tem-se demonstrado na Figura 4 a topologia desses sites.



Fonte: Autoria própria.

2.1.2.1 Disposição das placas

Nos sites remotos não há ramal digital ou analógico configurado, pois somente são utilizados para receber os troncos provenientes da operadora de

telefonia pública. Na Figura 5, tem-se a disposição das placas nas localidades de Cascavel, Ponta Grossa, Maringá e Londrina.

Figura 5 - Disposição das placas demais sites



Fonte: Autoria própria.

2.2 DESCRIÇÃO DOS SERVIDORES

2.2.1 Servidor de Telefonia

O sistema traz o conceito de telefonia IP e integra-se a rede de dados. Neste conceito todo o processamento da central será realizado por servidores na *Local Area Network* (LAN, ou rede de área local). A parte de telefonia da central será provida por placas de *Media Gateways* e placas de ramais digitais, que serão instaladas em gabinetes dentro dos *racks* do cliente.

2.2.1.1 Placa MGU

A placa MGU (*Media Gateway Unit*) deve ser inserida em uma posição dedicada num gabinete físico ou pode ser utilizada em software como placa virtual, dependendo dos recursos que necessitam serem utilizados.

A placa física tem função comutadora, possui circuitos para entroncamento ISDN (4x30 E1/T1), providencia RTP/RCTP incluindo DTMF em canais VoIP (*Voice over Internet Protocol*), além de fax relay T.38, entre outros. Quando apenas seu software é instalado ela não possui circuitos para entroncamento ISDN.

2.2.1.2 Placa ASU

É a placa utilizada para instalação do sistema operacional do MX-ONE, onde será configurado toda a base de telefonia. É um servidor que pode lidar com até

15.000 terminais e 15 MGUs. O processador é I7-4700EQ 2,4 GHz Quad-Core com 16GB de RAM.

2.2.2 Servidores Windows

O sistema de Contact Center Multiplataforma roda em sistema operacional *Windows Server 2016* e foram instalados em ambiente virtualizado em uma só localidade. São elas:

- Servidor *MiCC Enterprise* – SQL Server Curitiba
- Servidor *MiCC Enterprise* – OAS Curitiba
- Servidor *MiCC Enterprise* – Media Server Curitiba
- Servidor *MiCC Enterprise* – OAS Maringá
- Servidor *MiCC Enterprise* – OAS Cascavel
- Servidor *MiCC Enterprise* – OAS Londrina
- Servidor *MiCC Enterprise* – OAS Ponta Grossa
- Servidor *MiCC Enterprise* – URA Curitiba
- Servidor *MiCC Enterprise* – SEC Curitiba

2.2.2.1 Servidor MiCC Enterprise: SeC Curitiba

O MiCC SeC é uma plataforma adaptativa e flexível para comunicações unificadas, mobilidade, contact center, análises de relatórios, bem como integração de serviços, mídias sociais, e-mail e SMS (*Short Message Service*).

Pela estrutura do cliente, foi necessário compartilhar recursos de processamento em outros servidores:

- MiCC SQL é responsável pela base de dados de todo o sistema.
- MiCC URA é um servidor de serviços de *script*, onde ficam o licenciamento da URA do cliente e toda a sua estrutura.

2.2.2.2 Servidor MiCC Enterprise: OAS

O OAS (*Open Application Server*) é uma plataforma aberta, escalável e distribuída na qual as aplicações CTI (*Computer Telephony Integration*) podem ser baseadas. O modelo de controle de chamada do OAS é baseado no protocolo CSTA. Possui entre seus recursos o de reconhecimento de entrada DTMF, envio de sinais DTMF, gravação de voz e reconhecimento de voz.

Anteriormente a conexão com a central era realizada via entroncamento ISDN, os servidores obrigatoriamente deveriam ser físicos e conter uma placa específica para essa interligação. Com a atualização a conexão com o MX-ONE foi alterada para via SIP, provendo assim os serviços de mídia como áudios, tons, entre outros.

No cenário do cliente foi necessário instalar 6 servidores virtuais, uma para cada site, com exceção do de Curitiba, que por ser o concentrador das chamadas, onde todas as posições de atendimento telefônico estão instaladas, necessitam de uma quantidade de canais maior.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1.1 Redes de transporte

As redes de transporte são compostas de sistemas de transmissão que utilizam meios físicos como cabo coaxial, fibras óticas ou meios sem fios como por exemplo sistemas de rádio (TRONCO, 2011, p. 13).

Os primeiros sistemas de transmissão eram analógicos e utilizavam a técnica de multiplexação FDM (*Frequency Division Multiplexing*), onde os sinais de voz são sempre mantidos na forma original, alterando somente a frequência. Outra forma de multiplexação pode ser feita em relação ao tempo, denominada TDM (*Time Division Multiplexing*), surgiu no início dos anos 1970 com a modulação por Código de Pulso (*Pulse Code Modulation - PCM*) (TRONCO, 2011, p. 13-14).

No Brasil o primeiro sistema PCM foi desenvolvido pela UNICAMP e denominado MCP-30, mundialmente o primeiro foi desenvolvido nos EUA e possuía 24 canais de voz (PCM-24) também denominado T1 e o PCM-30 com 30 canais ficou conhecido como E1 e opera a uma taxa de 2,048Mbit/s, destinado a interligar centrais telefônicas em áreas urbanas e metropolitana (TRONCO, 2011, p. 14).

O ITU-T (*International Telecommunication Union - Telecommunication*) padronizou na norma G.703 as especificações do PCM para a taxa 2.048Mbit/s e tem sido muito utilizada para transmissão de dados e voz nos últimos anos (TRONCO, 2011, p. 14).

3.1.2 Integrated Services Digital Network (ISDN)

O *Integrated Services Digital Network* (ISDN) ou Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI), fez com que os sinais passassem a serem digitais de um extremo a outra da comunicação, possibilitando o oferecimento de uma variedade de serviços ao usuário através de uma única linha (COLCHER et al., 2005, p. 88).

A tecnologia de transmissão, multiplexação e comutação utilizada para transferência de informação é denominada pela ITU-T como Modo de Transferência Síncrono (ou *Synchronous Transfer Mode - STM*), com linhas de transmissão compostas por canais TDM síncronos (COLCHER et al., 2005, p. 91).

As aglomerações de canais são definidas na recomendação ITU-T I.412, sendo as mais comuns (COLCHER et al., 2005, p. 91):

- Canais B: 64 Kbps.
- Canais D: 16 ou 64 Kbps.
- Estrutura de acesso básico: conhecida como estrutura 2B + D.
- Estrutura de acesso primário: linha com características T1 (23B + D) ou E1 (30B + D), destinada a assinantes que necessitam de maior capacidade.

3.1.2.1 Sinalização

A evolução das redes de telecomunicações, em especial do sistema telefônico, foi acompanhada pelo refinamento dos mecanismos de sinalização, e é por vezes definida como a comunicação de informações relacionadas (COLCHER et al., 2005, p. 92):

- O estabelecimento, controle e manutenção de conexões.
- Gerenciamento de recurso e do estado do sistema.
- Relatos e avisos referentes a situações do sistema ou a procedimento em curso.

A sinalização de supervisão, permite a comunicação de informações sobre o estado das linhas (se canais ocupados ou livres), conexões e equipamentos envolvidos. A informação de supervisão precisa ser mantida durante toda a duração da chamada, desde o início do atendimento até o momento da desconexão para registro da informação (COLCHER et al., 2005, p. 93).

A sinalização de indicação (audiovisual) ao usuário, informa aos assinantes o estado de operação do sistema, como por exemplo, o tom de ocupado quando a chamada não pode ser completada ou permitida, ou o tom de discar, para que se inicie a discagem, entre outros (COLCHER et al., 2005, p. 93).

3.1.3 Real-time Transport Protocol (RTP)

O protocolo *Real-time Transport Protocol* (RTP) oferece funções de transporte de rede fim a fim, em aplicações que transmitem dados em tempo real. O transporte de dados é complementado por um protocolo de controle o RCTP (*Real-time Transport Control Protocol*) que oferece funcionalidades mínimas de controle e

identificação. Esse protocolo é baseado na transmissão periódica de pacotes de controle para todos os participantes de uma sessão RTP. Ambos os protocolos, RTP e RTCP, constituem-se em elementos centrais da maioria das arquiteturas e serviços de VOIP (COLCHER et al., 2005, p. 140).

3.1.4 Session Initiation Protocol (SIP)

O Protocolo de Iniciação de Sessão (ou *Session Initiation Protocol* - SIP), foi projetado para prover funcionalidades avançadas de sinalização e controle para os serviços multimídia. O SIP estabelece, modifica e termina as sessões de multimídia. No estabelecimento da sessão ele age como protocolo de sinalização (TRONCO, 2011, p. 63).

O SIP suporta cinco facetas do estabelecimento e encerramento de comunicações multimídia (ROSENBERG et al., 2002):

- Localização do usuário: determinação do sistema final a ser utilizado para comunicação;
- Disponibilidade do usuário: determinação da disposição da parte chamada em participar de comunicações;
- Capacidades do usuário: determinação dos parâmetros de mídia e mídia a serem usados;
- Configuração da sessão: "toque", estabelecimento de parâmetros de sessão na parte chamada e na parte chamadora;
- Gerenciamento de sessão: incluindo transferência e término de sessões, modificando parâmetros de sessão e chamando serviços.

3.1.4.1 Mensagem SIP

Utilizam HTML (*Hyper Text Markup Language*), as quais são baseadas no *Hyper Text Transfer Protocol* (HTTP). Existem dois tipos de mensagem (TRONCO, 2011, p. 65):

- *Request*: solicitação.
- *Response*: respostas as solicitações.

Alguns tipos de mensagem de *Requests* (TRONCO, 2011, p. 65):

- *Invite*: Convida um usuário ou serviço a uma chamada e estabelece uma nova conexão. Identifica e localiza um usuário específico.
- *Bye*: termina uma conexão.
- *Options*: envia informações sobre as capacidades suportadas.
- *Ack*: Indica que um *invite* foi aceito.
- *Cancel*: cancela um pedido pendente.
- *Register*: informa a localização do usuário ao servidor SIP.

As SIP *response* são categorizados em seis tipos, compostos por 3 dígitos (ROSENBERG et al., 2002):

- 1xx: *Provisional* - pedido recebido, processando;
- 2xx: *Success* - a ação foi recebida, entendida e aceita com sucesso;
- 3xx: *Redirection* - precisa de outras ações para concluir a solicitação;
- 4xx: *Client Error* - a solicitação contém uma sintaxe incorreta ou não pode ser executada no servidor;
- 5xx: *Server Error* - o servidor não conseguiu atender a uma solicitação aparentemente válida;
- 6xx: *Global Failure* - a solicitação não pode ser executada em nenhum servidor.

3.1.5 Tipo de Comutação

A rede de telefonia usa comutação de circuitos para transmitir informações, a uma taxa constante entre origem e destino. Aloca previamente a utilização do enlace de transmissão independente da demanda. É uma comunicação ponto a ponto (sempre ativos e prontos para uso) e desempenho equivalente a um caminho físico isolado (técnicas como multiplexação por divisão de frequência ou por divisão de tempo são utilizadas para multiplexar os circuitos através de um meio compartilhado) (COMER, 2016, p. 192).

Redes utilizam comutação de pacotes, onde os recursos necessários não são reservados, as mensagens de uma sessão usam os recursos conforme demanda, então em momentos de silêncio na comunicação, outras mensagens podem ser enviadas de outras sessões, otimizando o recurso. Utiliza multiplexação estatística,

qual as múltiplas fontes concorrem para utilização do meio compartilhado (COMER, 2016, p. 193).

3.1.6 Requisitos de Rede

Como os serviços de voz trabalham sobre pacotes na rede e a qualidade destes serviços é importante, a rede deve ter *delay* inferior a 100 ms, perda de pacotes inferior a 1% e *jitter* inferior a 20 ms, sendo assim, se faz necessária a aplicação de QoS (*Quality of Service*, ou Qualidade de Serviço) em cada site para garantir alta qualidade para as sessões de mídia.

A marcação de pacotes é necessária para o funcionamento do QoS, o sistema de Telefonia trabalha com as marcações apresentadas na Figura 6.

Figura 6 - Tabela QoS

QoS Values Calculator v2

CoS = Class of Service
 DSCP = Differentiated Services Code Point
 ToS = Type of Service
 AF = Assured Forwarding
 IPP = IP Precedence
 CS = Class Selector
 DP = Drop Probability
 ECN = Explicit Congestion Notification

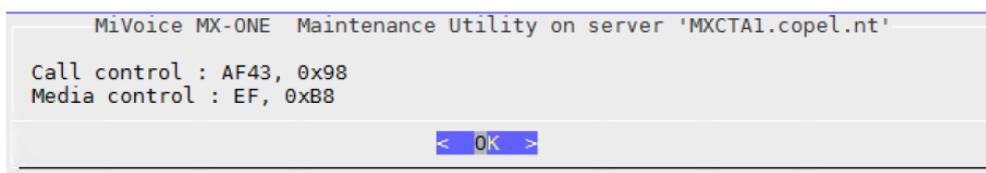
ToS								
DSCP						ECN		
AF (CS;DP)								
IPP=CS	DP							
	Delay	Thruput	Reliability					
ToS	8th bit	7th bit	6th bit	5th bit	4th bit	3rd bit	2nd bit	1st bit
ToS	128	64	32	16	8	4	2	1
DSCP	32	16	8	4	2	1		
CoS=IPP	4	2	1					

CoS=IPP	AF	DSCP	ToS	ToS HEX	DP	8th bit	7th bit	6th bit	5th bit	4th bit	3rd bit	2nd bit	1st bit
1	CS1	8	32	20		0	0	1	0	0	0	0	0
1	AF11	10	40	28	Low	0	0	1	0	1	0	0	0
1	AF12	12	48	30	Medium	0	0	1	1	0	0	0	0
1	AF13	14	56	38	High	0	0	1	1	1	0	0	0
2	CS2	16	64	40		0	1	0	0	0	0	0	0
2	AF21	18	72	48	Low	0	1	0	0	1	0	0	0
2	AF22	20	80	50	Medium	0	1	0	1	0	0	0	0
2	AF23	22	88	58	High	0	1	0	1	1	0	0	0
3	CS3	24	96	60		0	1	1	0	0	0	0	0
3	AF31	26	104	68	Low	0	1	1	0	1	0	0	0
3	AF32	28	112	70	Medium	0	1	1	1	0	0	0	0
3	AF33	30	120	78	High	0	1	1	1	1	0	0	0
4	CS4	32	128	80		1	0	0	0	0	0	0	0
4	AF41	34	136	88	Low	1	0	0	0	1	0	0	0
4	AF42	36	144	90	Medium	1	0	0	1	0	0	0	0
4	AF43	38	152	98	High	1	0	0	1	1	0	0	0
5	CS5	40	160	A0		1	0	1	0	0	0	0	0
5	EF	46	184	88		1	0	1	1	1	0	0	0
6	CS6	48	192	C0	Routing	1	1	0	0	0	0	0	0
7	CS7	56	224	E0	Network	1	1	1	0	0	0	0	0

Fonte: Flammia (2017).

Nas centrais telefônicas de todos os sites foram instalados o QoS, e a configuração utilizada foi AF43 para *Call control* e EF para *Media control*, conforme pode ser observada na Figura 7, sendo o mais recomendado para telefonia.

Figura 7 - Configuração central telefônica



Fonte: Autoria própria.

3.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE TELEFONIA

O sistema de comunicação MiVoice MX-ONE é composto pelos três principais componentes (MX-ONE, 2017, p. 8):

- *Service Node*: é o componente do servidor que cuida da sinalização, sua aplicação é baseada em Linux, pode ser instalado em nuvem numa Instância de máquina Virtual ou em um servidor padrão.
- *Media Gateway*: baseado em software com recursos de processador digital de sinais para lidar com detecção de tom e comutação de pacotes. Em instalações somente SIP, não há necessidade de *gateway* de *mídia* com hardware dedicado. Esse servidor pode ser instalado na mesma máquina Linux que o Servidor de chamadas “Service Node”.
- *Media Gateways*: o sistema pode possuir de um a vários hardwares, fornecendo as interfaces físicas para os assinantes TDM, e canais de redes públicas. Também abriga recurso de processador digital de sinais para manipulação de tons, conferência, comutação de pacotes para telefones IP (SIP e H.323) e conversão de mídia entre diferentes protocolos.

O MX-ONE oferece um alto nível de funcionalidade com ramais e tronco SIP com suporte para mais de 45 RFC's (*Request for Comments*) que são documentos técnicos desenvolvidas pela IETF (*Internet Engineering Task Force*) que controla os padrões implementados em toda a internet (MX-ONE, 2017, p. 12).

3.2.1 Media Gateway Unit (MGU)

O *Media Gateway Unit* (MGU) é responsável pela comunicação entre as placas de sistema e o Service Node do MX-ONE. Possui as seguintes funcionalidades (MGU, 2017, p. 3):

- Troncos digitais E1 / T1.

- VoIP. A MGU fornece RTP / SRTP, incluindo detecção de DTMF. O canal VoIP também inclui um neutralizador configurável de eco.
- Receptor de código de acesso. A MGU fornece receptores DTMF e MFC, destinados a ramais móveis (DTMF) e troncos CAS (*Channel Associated Signaling*) E1 (MFC).
- Envio de Tom. A MGU fornece tom para tons de progresso da chamada, por ex. *dialtone*, de acordo com as especificações do mercado brasileiro.
- Comutador TDM. A MGU fornece um comutador TDM sem bloqueio com suporte de atenuação para interconexão de mídia comutada por circuito.
- Redundância de Rede. O MGU suporta redes redundantes.

3.2.1.1 Interfaces

Possui duas portas de rede: LAN0 primária e LAN1 secundária, essas duas portas fornecem suporte para conexão a redes redundantes. Uma porta USB para gerenciamento de serviço, console linux (MGU, 2017, p. 7).

A MGU fornece 8 interfaces de tronco digital do tipo E1 ou T1, suporta uma interface de placa usando 2Mbit e/ou 128Kbit para sinalização, e 2Mbit PCM para mídias comutadas por circuito (*timeslots* de 32 x 64 Kbps) por posição da placa. Até 16 placas de dispositivo podem ser suportadas (MGU, 2017, p.14).

A configuração do tipo de interface a ser utilizada é feita durante a ativação da placa. Cada interface pode ser configurada como (MGU, 2017, p. 7): a) E1 com protocolo ISDN; b) E1 com protocolo CAS; e c) T1 com protocolo ISDN.

3.2.1.2 Recursos MGU

3.2.1.2.1 Time Division Multiplexing (TDM)

O comutador na MGU tem uma função muito central, uma vez que todas as interconexões de mídia entre troncos, ramais e funções auxiliares são feitas através deste comutador. Há casos em que a comunicação ocorre diretamente entre telefones IPs sem a necessidade da MGU e em outros via configuração do *Service Node*, essas ligações são forçadas a passar pela MGU, conforme necessidade do cliente (MGU, 2017, p. 8).

Um circuito de *clock* é usado para gerar no sistema sincronização TDM. Quando aplicável, o sistema de *clock* é distribuído para componentes internos e

placas de recursos externos.

A fonte do *clock* é definida na central pelo usuário, pode ser em troncos internos, interligações por exemplo ou numa placa que possa fornecer sincronização PCM provenientes da rede pública (MGU, 2017, p. 12).

3.2.1.2.2 Voz sobre IP

A MGU fornece Voz sobre IP de acordo com os protocolos RTP e SRTP.

Os canais VoIP são usados para converter mídia entre terminais SIP / H.323 e dispositivos comutados por circuito, e também para interconectar *gateways* de *mídia*, nas chamadas inter *Gateway* (MGU, 2017, p.16).

Os canais VoIP no MGU são recursos dinâmicos no MSP (*Media Stream Processor*) e a quantidade de recursos disponíveis depende da carga real do MSP e da configuração de um determinado canal (MGU, 2017, p. 16).

3.2.1.2.3 Real-time Transport Protocol (RTP)

O MSP codifica os dados de áudio PCM em intervalos de tempo TDM (do comutador TDM) em pacotes para as interfaces de fluxo contínuo e decodifica os pacotes das interfaces de fluxo contínuo para a saída da linha PCM TDM (MGU, 2017, p. 17).

O padrão de codificação de áudio (*codec*) é usado para o codificador e o decodificador.

O MGU suporta VAD (*Voice Detection*) essa função pode ser ajustada para enfatizar a economia de largura de banda ou a qualidade de áudio.

Os seguintes *codecs* são suportados pelo MGU:

- Lei G.711 A e μ , Anexo I (PLC) e II (VAD / CNG).
- G.729a com G.729 anexo B (VAD / CNG).

Com base no intervalo de portas que pode ser definido no *Service Node* a MGU aloca números de porta dinamicamente para RTP e RTCP. O número da porta RTCP é sempre a porta RTP+1. Quando um novo par de números de porta é alocado, sempre um par com números maiores subsequentes é usada. Quando o número de porta configurado mais alto é atingido, o menor é reutilizado novamente (MGU, 2017, p. 17).

Na Figura 8, através do comando listado na central é possível verificar por MGU a ocupação dos recursos RTP no campo “*Busy*” (ocupado), os *ranges* de portas configuradas e o limite de recursos disponíveis no “*Max*”.

Figura 8 - Comando para verificação de recursos RTP utilizados

```
MDSH> rtp_resource
```

Identity	Local ip address	Port number range	Blocked	Busy	Max
MGW 1A	10.33.0.12	17000 - 31999	0	29	160
MGW 1B	10.33.0.14	17000 - 31999	0	22	160
MGW 1C	10.33.0.2	17000 - 31999	0	12	2000
MGW 1D	10.33.0.16	17000 - 31999	0	8	160
MGW 2A	10.33.0.18	17000 - 31999	0	23	160
MGW 2B	10.33.0.22	17000 - 31999	0	31	160
Total:			0	125	2800

Fonte: Autoria própria.

3.2.1.2.4 Detecção de DTMF e relay em canais RTP

Cada canal RTP fornece um recurso de detecção e retransmissão DTMF. Os tons DTMF detectados no lado TDM podem ser retransmitidos para o lado do pacote em uma das três maneiras (MGU, 2017, p.17-18):

- Transparente. Os tons DTMF são transmitidos como tom no codec. Esta opção é útil somente quando o codec é G.711.
- Como *named telephone events* (NTE) de acordo com a RFC 2833 / RFC 4733. Neste modo, os tons DTMF são removidos do lado do TDM e convertidos em eventos no lado do IP.
- Não retransmitido a todos. Os tons DTMF detectados serão removidos do lado do TDM.

3.2.1.2.5 Buffer Jitter

O *Buffer Jitter* é usado para atenuar os fatores que diminuem a qualidade do áudio pois os pacotes RTP enviados pela rede IP estão sujeitos a atrasos, chegadas no destino fora de sequência e o risco de ser descartado (MGU, 2017, p. 18).

Na MGU, o buffer de *jitter* pode ser configurado no modo adaptativo ou não-adaptativo, e existem parâmetros de configuração para ajustar as condições reais da rede. A configuração é por placa MGU e afeta todas as chamadas VoIP dessa placa (MGU, 2017, p. 18).

A configuração do buffer de *jitter* será uma troca entre qualidade de áudio e atrasos. Por padrão, o buffer de jitter na MGU é adaptável com configurações para preservar a qualidade do áudio, minimizando os atrasos. (MGU, p.18)

3.2.1.2.6 Cancelador de ECHO

O EC é usado apenas para chamadas através de rede comutada por pacote (VoIP). A configuração assim como do *Buffer Jitter* é realizada por MGU e afeta todas as chamadas VoIP desta placa (MGU, 2017, p. 19).

A razão para usar o EC em chamadas VoIP é que o eco em combinação com atrasos (longos) causados por comutação de redes de pacotes é mais perturbador do que o eco, quando não há ou há muito pouco atraso como é esperado na rede comutada por circuito (TDM) (MGU, 2017, p. 19).

3.2.1.2.7 Geração de SSRC, detecção e manuseio de colisão

Para o fluxo RTP de saída (áudio) em uma chamada VoIP, a MGU cria um valor SSRC (*Synchronization Source*) aleatório de 32 bits. Esse valor é usado para todos os pacotes RTP nesse fluxo enquanto ativo. No fluxo RTP de entrada correspondente, a MGU valida todos os pacotes RTP recebidos (MGU, 2017, p. 21).

Os pacotes com qualquer valor de SSRC serão aceitos desde que dois pacotes com números consecutivos e o mesmo SSRC sejam recebidos. Isso permite que o remetente altere o valor do SSRC para um fluxo RTP. No entanto, se o valor do SSRC mudar com muita frequência durante cerca de 1 segundo, isso é chamado de "violação do SSRC", fará com que a porta RTP usada seja bloqueada por algum tempo para evitar a reutilização da porta. Essa situação geralmente é causada por dois ou mais fluxos RTP intercalados em direção à mesma porta RTP. Se isso acontecer, é possível que um remetente RTP não tenha fechado corretamente seu fluxo RTP (MGU, 2017, p. 21).

3.2.1.2.8 Segurança de mídia: SRTP

A MGU fornece segurança VoIP de acordo com o protocolo SRTP (RFC 3711 e RFC 6188).

Para criptografia e descryptografia do fluxo de dados, o SRTP padroniza a utilização de apenas um único código, o *Advanced Encryption Standard* (AES) em modo de codificação: Modo Contador Inteiro (CM).

Para autenticar a mensagem e proteger sua integridade, o algoritmo *Hash Message Authentication* com *Hash* Padrão de Segurança (HMAC-SHA1) é utilizado.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Quando utilizado telefonia IP, tem-se redução no custo pois a infraestrutura é compartilhada com os mesmos equipamentos onde trafegam a rede de dados, já que possibilitam também o tráfego provenientes da voz, afiação e os conectores de rede são suficientes para todas as conexões, sem necessidade de passar novos cabos.

Mensalmente tem-se uma redução nos valores pagos a operadora pública com a troca de tecnologia e a otimização dos recursos já que os mesmos não são mais dedicados e sim compartilhados.

4.1 RELAÇÃO DE CUSTOS DOS CANAIS

Para a nova configuração com rotas SIP's foram utilizados 80 kbit/s por chamada, abaixo é possível visualizar a distribuição de canais licenciados em cada central telefônica, sendo os canais ativos e a ampliação prevista por site, com a totalização da banda necessária, levando em consideração a ocupação total de todos os canais:

- Cascavel: $((60 \text{ (existentes hoje)} + 30 \text{ (ampliação adquirida)}) + 10 \text{ PAs}) \times 80 \text{ Kbps} = 8.000 \text{ Kbps} = 7,81 \text{ Mbps}$.
- Maringá: $((60 \text{ (existentes hoje)} + 30 \text{ (ampliação adquirida)}) + 10 \text{ PAs}) \times 80 \text{ Kbps} = 8.000 \text{ Kbps} = 7,81 \text{ Mbps}$.
- Londrina: $((60 \text{ (existentes hoje)} + 30 \text{ (ampliação adquirida)}) \times 80 \text{ Kbps} = 7.200 \text{ Kbps} = 7,03 \text{ Mbps}$.
- Ponta Grossa: $(30 \text{ (existentes hoje)} + 30 \text{ (ampliação adquirida)}) \times 80 \text{ Kbps} = 4.800 \text{ Kbps} = 4,68 \text{ Mbps}$.
- Curitiba: somatório das bandas dos sites descritas acima: Cascavel, Maringá, Londrina, Ponta Grossa; por receber as chamadas provenientes de todas as localidades = 27,33 Mbps.

Foram contratados os links, conforme disponibilidade oferecida pela operadora:

- Curitiba: 2 circuitos - 15 Mbps - R\$ 1.400,00 mensais, total R\$ 2.800,00.

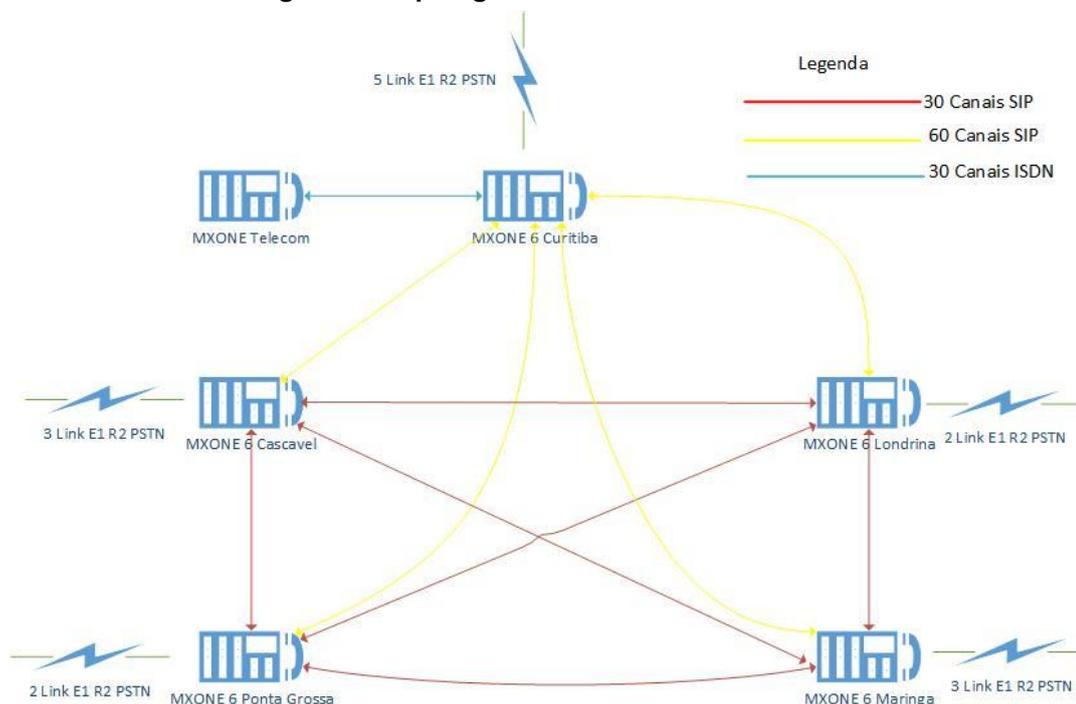
- Ponta Grossa: 1 circuito - 5 Mbps - R\$ 600,00 mensais.
- Londrina: 1 circuito - 8 Mbps - R\$ 900,00 mensais.
- Maringá: 1 circuito - 8 Mbps - R\$ 900,00 mensais.
- Cascavel: 1 circuito - 8 Mbps - R\$ 900,00 mensais.

Todos os links possuíram taxa de instalação de R\$ 580,00 reais.

Na topologia antiga, de Curitiba para cada uma das 4 localidades haviam 60 canais ISDN e entre as localidades de Londrina, Ponta Grossa, Maringá e Cascavel eram 30 canais ISDN, num somatório de 14 enlaces ISDN ativos, com gasto mensal de aproximadamente R\$ 20 mil reais.

Na Figura 9, tem-se a topologia apontando a nova tecnologia utilizada nos canais, com a alteração para os canais SIP os gastos de instalação foram de R\$ 3 mil reais e pagos mensalmente o valor aproximado em R\$ 6 mil reais, um ganho de R\$ 14 mil reais mensais e anualmente uma economia de R\$ 168 mil reais.

Figura 9 - Topologia demonstrativa dos canais



Fonte: Autoria própria.

4.2 DETALHAMENTO DA CHAMADA

4.2.1 Chamada SIP

Na imagem apresentada na Figura 10, pode-se observar vários detalhes da chamada:

- Tem-se o status do ramal 7242 como “em conversação”.
- É possível visualizar o horário de entrada da chamada e a duração da mesma, o número de A recebido e a informação de para qual ramal a ligação foi entregue, rota 32 canal 13, informação visível em “Incoming tru”.
- Chamada proveniente de uma rota SIP, vindo do IP 10.37.64.6 localidade de Londrina, utilizando o Codec PCMA.
- Informações sobre as conexões TDM, por ser um ramal digital.

Figura 10 - Detalhamento chamada SIP

```
MDSH> call_trace -d 7242
Number 7242 is a digital telephone ODN number.
*****
State is: SPEECH
-----
Start time: 2019-03-15 09:14:25 (-03) Duration: 0d00:02:21
Call type: 7 (Ordinary incoming route or tandem call)
A-number (ext): 43984010181          Charged : 43984010181
Dialled-number: 7242                Called  : 7242
Incoming tru  : 0320010013
Encrypted media: no

Connection type: pointToPoint
-----
A_Party in Lim: 1, Unit: SIPLP          {MD_Type::Address lim=1, unit=0x12a, pointer=0x4463, addrCtrl=0x67}
Party RTP address: 10.37.64.6:20122, Codec: (audio(0)-PCMA)
Gateway RTP address: 10.33.0.12:27808, Codec: (audio(0)-PCMA), Multiple: 1A-3-20-10
-----
B_Party1 in Lim: 1, Unit: KLP1T          {MD_Type::Address lim=1, unit=0x7c, pointer=0x36, addrCtrl=0x6f}
Multiple: 1A-0-20-27 (0x005b=91)
LS connection
Mult-x : 1A-0-20-27, Attenuation: x->y=2
Mult-y : 1A-3-20-10, Attenuation: y->x=2
-----
```

Fonte: Autoria própria.

4.3 CONFIGURAÇÃO E ALARMES GERADOS

4.3.1 Configuração e Alarmes QoS

Pelo comando apresentado na Figura 11, são definidos os níveis de QoS e alarmes usados para a supervisão na telefonia IP. Os níveis são usados para determinar a qualidade que a chamada possui. Os resultados são armazenados num *buffer* contendo um conjunto de amostras. Conforme o tipo de amostras no *buffer* os alarmes são gerados.

Figura 11 - Configuração de QoS

```

MDSH> callinfo_limit_print
LIM :1
Samples      = 30
Yellow limit = 10
Red limit    = 5
Warning level < 70.0%
Bad level    < 50.0%
Yellow alarm is Cleared
Red alarm is  Cleared
Buffered alarm samples : 30
Buffer maximum size is : 30
Number of yellow samples: 0
Number of red samples  : 0

```

Fonte: Autoria própria.

Apresentou-se na Figura 12, a forma como os alarmes são mostrados na central. Tem-se neste exemplo, que o limite “Red” foi atingido, ou seja, foi detectado um número de chamadas com uma qualidade de serviço ruim maior que o definido, gerando um alerta na central de nível 3, que segundo a classificação merece atenção.

Figura 12 - Alarmes

```

Alarm handle ...: 180481
Count.....: 4
First at.....: 2019-04-25 11:37:09.462306 (UTC)
                2019-04-25 08:37:09.462306 (BRT)
Latest at.....: 2019-04-25 20:04:33.475488 (UTC)
                2019-04-25 17:04:33.475488 (BRT)
Cleared at.....: 2019-04-25 20:04:33.998340 (UTC)
                2019-04-25 17:04:33.998340 (BRT)
Sender LIM.....: 1
Sender unit.....: 36 = DAREC
Alarm domain ...: 1 = SES
Alarm code .....: 6 = Speech quality value at red level
Severity .....: 0 = cleared, was: 3 = alert
Noticed .....: No
Faulty unit ....: LIM=1 PU=36=DAREC
Additional text : Red limit exceeded

```

Fonte: Autoria própria.

Outro exemplo de alarme é mostrado na Figura 13, nele tem-se uma falha de resposta na rota 34, onde durante 30 segundos não houve comunicação da central a ela, gerando um alarme de nível 2.

Figura 13 - Alarme de rota SIP

```

Alarm handle ...: 50945
Count.....: 2
First at.....: 2019-04-24 14:11:33.641461 (UTC)
                2019-04-24 11:11:33.641461 (-03)
Latest at.....: 2019-04-24 15:17:03.844881 (UTC)
                2019-04-24 12:17:03.844881 (-03)
Cleared at.....: 2019-04-24 15:19:33.850610 (UTC)
                2019-04-24 12:19:33.850610 (-03)
Sender LIM.....: 1
Sender unit.....: 298 = SIPLP
Alarm domain ...: 2 = ACS
Alarm code .....: 4 = SIP trunk heart beat failed
Severity .....: 0 = cleared, was: 2 = warning
Noticed .....: No
Faulty unit ....: LIM=1 PU=298=SIPLP
Additional info  : 34, (65535), (65535)
Additional text  : Supervision for route 34 failed, no OPTIONS response received for 30 seconds, from: 10.37.48.2

```

Fonte: Autoria própria.

4.3.2 Alarmes ISDN

Na Figura 14, tem-se um exemplo de alarme nos troncos ISDN, ocorreu um erro de sincronização entre a pública e a central telefônica, somando mais de 10 eventos em uma hora, como causa o alarme é gerado, e todos os troncos iniciados nesta rota são automaticamente bloqueados.

Figura 14 - Alarme rota ISDN

```

Alarm log
=====
Alarm handle ...: 50049
Count.....: 62
First at.....: 2019-04-24 13:45:58.808635 (UTC)
                2019-04-24 10:45:58.808635 (-03)
Latest at.....: 2019-04-26 17:04:25.159370 (UTC)
                2019-04-26 14:04:25.159370 (-03)
Sender LIM.....: 1
Sender unit.....: 247 = SLP60
Alarm domain ...: 0 = MD110 compatible
Alarm code .....: 274 = DIGITAL TRUNK, CLOCK MALFUNCTION (SLIP)
Severity .....: 2 = warning
Noticed .....: No
Faulty unit ....: LIM=1 PU=247=SLP60
Faulty Equipment: 1A-2-00-0
Additional info  : 32768

```

Fonte: Autoria própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram realizadas as atualizações da central e da aplicação responsável pela distribuição das chamadas que entram via 0800, apresentou-se a estrutura nova do cliente, juntamente com o ganho de funcionalidades, que agregaram positivamente o sistema num todo.

Com a alteração de topologia, foram diminuídas as quantidades de equipamentos físicos instalados, liberando espaços em sala de servidores do cliente, pois tem-se placas que agregaram recursos, substituindo várias outras antigas, e utilizando tecnologia IP em troncos e ramais, não precisando de hardware, apenas configuração no *Service Node* da central.

Quando a tecnologia utilizada é substituída para interligações entre sites de ISDN para SIP, obtive-se um ganho financeiro mensal e por consequência anual expressivo, gerando economia ao cliente, não só nas faturas mais também por compartilhar a mesma estrutura por ele já utilizada, sem necessidade de passar novos cabos ou adquirir novos equipamentos.

Um ponto que necessita contínua atenção devido a atualização, é que como foi aumentada a utilização da rede de dados do cliente, criou-se uma dependência com os recursos ativos, precisando que esse serviço seja entregue com uma excelente qualidade e esteja sempre disponível, caso contrário, será entregue chamadas com qualidade de áudio ruim, ou não será possível entregar as chamadas telefônicas dos consumidores para os atendentes, gerando insatisfação dos clientes, podendo comprometer os níveis de serviço prestados.

Em contrapartida, tem-se a vantagem com os canais em SIP, da facilidade em alterar e configurar dos alarmes e limites, que podem ser reconfigurados conforme a rede e a necessidade atual do cliente, facilitando a manutenção e a percepção quando houver problemas.

Numa análise geral, os benefícios alcançado com essa atualização de equipamentos e tecnologia foi satisfatória, e o cliente já iniciou um projeto para alterar também os seus ramais digitais TDM, para a plataforma IP, com a utilização de *softphones*, já contemplado nas funcionalidades agregadas com a atualização de todo o sistema.

REFERÊNCIAS

COLCHER, Sérgio; et al. **VOIP: voz sobre IP**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

COMER, Douglas E. **Redes de computadores e internet**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

FLAMMIA, Martin. **How to configure QoS in EOS with Policy**. Extreme Networks Homepage, post publicado em: 15 dez. 2017. Disponível em: <<https://community.extremenetworks.com/network-essentials-230293/how-to-configure-qos-in-eos-with-policy-7648751>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

MGU. **Media Gateway Unit, MGU**. Documentação. Copyright© 2017, Mitel Networks Corporation. Disponível em: <<https://swdlgw.mitel.com/swdlgw/index.xhtml>>. Acesso em: 30 out. 2018.

MX-ONE. **MiVoice MX-ONE System Description**. Documentação. Copyright© 2017, Mitel Networks Corporation. Disponível em: <<https://swdlgw.mitel.com/swdlgw/index.xhtml>>. Acesso em: 30 out. 2018.

ROSENBERG, J.; et al. **SIP: Session Initiation Protocol**. Copyright© The Internet Society, 2002. Disponível em: <<https://tools.ietf.org/html/rfc3261>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

TRONCO, Tânia Regina. **Redes de nova geração: A arquitetura de convergência do IP, telefonia e redes ópticas**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2011.