



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
ALEXANDRE AMARO DA ROSA
FERNANDO LUIZ BONATELLI

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE TELEFONIA TDM ATRAVÉS DO USO DE REDES
CONVERGENTES (VOIP)**

Palhoça (SC)

2008

ALEXANDRE AMARO DA ROSA
FERNANDO LUIZ BONATELLI

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE TELEFONIA TDM ATRAVÉS DO USO DE REDES
CONVERGENTES (VOIP)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Sistema de Informação, como requisito à obtenção do título de Analista de Sistema.

Universidade do Sul de Santa Catarina – *Campus* Grande Florianópolis.

Orientador: Prof. Fernando Cerutti, Dr.

Palhoça (SC)

2008

**ALEXANDRE AMARO DA ROSA
FERNANDO LUIZ BONATELLI**

**REDUÇÃO DE CUSTOS DE TELEFONIA TDM ATRAVÉS DO USO DE REDES
CONVERGENTES (VOIP)**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Sistemas de Informação da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 17 de novembro de 2008.

Prof. e orientador Fernando Cerutti, Dr.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Gerente Elton Hiroshi Kakinami
Dígitro Tecnologia Ltda.

Prof. Ricardo Claudio Voigt, Bcel.
Universidade do Sul de Santa Catarina

A nossos familiares, amigos que muitas vezes suportaram nossa omissão em suas vidas no decorrer da faculdade e que, mesmo assim, sempre nos apoiaram para que nossos objetivos fossem alcançados.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradecemos a Deus que nos deu a vida e sempre nos iluminou para que alcançássemos nossos objetivos.

Ao Prof. orientador Fernando Cerutti pela dedicação, paciência, apoio, profissionalismo e, acima de tudo, por ter acreditado em nós.

Aos colaboradores da Dígitro Tecnologia que em todos os momentos foram receptivos, contribuíram com informações e apoiaram nosso projeto.

E, finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a idealização deste projeto. Nossos sinceros e eternos agradecimentos.

“Saber aonde você está indo é o primeiro passo para chegar lá”.

(Ken Blanchard)

RESUMO

Este trabalho procura demonstrar, através da análise de uma implementação real, as vantagens financeiras de uma solução VoIP. O estudo se fez necessário devido à ausência dessas informações no mercado corporativo. Com esse objetivo, realizou-se um estudo de caso em uma empresa da área tecnológica que obteve resultados concretos na implantação da solução. Através da análise das chamadas efetuadas em um período de 2 meses, foi possível comprovar significativa redução de custos em telefonia. A base de dados que foi utilizada para a análise é de aproximadamente 33 milhões de registros de chamadas. Com essa base de dados, foram levantados os custos das ligações através da rede VoIP e realizadas as simulações dessas mesmas ligações, saindo pelo link TDM. As simulações foram possíveis através de retarifações aplicadas na base dados disponibilizada pela empresa. A redução de custo para as ligações DDD via VoIP no período analisado é de 80%, e para as ligações entre as filiais é de 100%. A empresa teve o retorno de investimento realizado em sua matriz e em todas as filiais em um período de 30 meses.

Palavras-chave: Telefonia. VoIP. Redução de Custo. Comunicação.

ABSTRACT

This paper aims to show, through an analysis of actual implementation, the financial advantages of a VoIP solution. The study was required because of the absence of such information in the corporate market. With this goal, there was a case study in a business area of technology that it obtained concrete results in the deployment of the solution. By analyzing the calls made over a period of 2 months could prove significant cost reduction in telephony. The database used to assess approximately 33 million records of connections. With this data base were raised the cost of VoIP calls over the network and performed the simulations of those links leaving the TDM link. The simulations were made possible through direct changes in the data base released by the company. The reduction in cost for DDD calls via VoIP in the period examined is 80%, and the links between company group is 100%. The company had a return of investment in its parent and all subsidiaries in a period of 30 months.

Key words: Telephony. VoIP. Cost Reduction. Communication.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Representação do sinal TDM.....	28
Figura 2 - Representação em blocos da utilização de troncos E1 (link TDM).....	28
Figura 3 – Tie Line entre dois PABXs para comunicação direta.	29
Figura 4 - Diagrama de uma rede VoIP.....	31
Figura 5 - Rede corporativa da empresa.	55
Figura 6 – Fluxo de uma ligação via VoIP.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Roteamento do arquivo siprota.	34
Quadro 2 – Padrões referenciados na Recomendação H.323.	37
Quadro 3 - Padrões ITU-T para voz.	39
Quadro 4 - Requisitos de qualidade de serviço.	44
Quadro 5 - Sites e cifras identificadoras.	65
Quadro 6 - Comando para deletar as chamadas que não saírem pela rede corporativa.	66
Quadro 7 - Pesquisa quantitativa e valores das chamadas.	68
Quadro 8 - Alteração do bilhete para rede TDM.	70
Quadro 9 - <i>Select</i> de quantitativo e valores das chamadas.	71
Quadro 10 - Delete de registro diferente de ramal.	72
Quadro 11 - Exclusão de ramal para ramal do site de Florianópolis.	73
Quadro 12 - Exclusão de ramal para ramal do site de Brasília.	73
Quadro 13 – Exclusão de ramal para ramal do site de Recife.	74
Quadro 14 - Exclusão de ramal para ramal do site de Porto Alegre.	74
Quadro 15 - Exclusão de ramal para ramal do site de Curitiba.	74
Quadro 16 - Exclusão de ramal para ramal do site de São Paulo.	74
Quadro 17 - Exclusão de ramal para ramal do site do Rio de Janeiro.	74
Quadro 18 - Exclusão de ramal para ramal do site de Fortaleza.	75
Quadro 19 - Exclusão de ramal para ramal do site de Ribeirão Preto.	75
Quadro 20 - Descrição do campo da tabela cham_bilhete.	75
Quadro 21 - Alteração dos dados do site de Florianópolis.	76
Quadro 22 - Alteração dos dados do site de Brasília.	76
Quadro 23 - Alteração dos dados do site de Recife.	76
Quadro 24 - Alteração dos dados do site de Porto Alegre.	77
Quadro 25 - Alteração dos dados do site de Curitiba.	77
Quadro 26 - Alteração dos dados do site de São Paulo.	77
Quadro 27 - Alteração dos dados do site do Rio de Janeiro.	78
Quadro 28 - Alteração dos dados do site de Fortaleza.	78

Quadro 29 - Alteração dos dados do site de Ribeirão Preto.....	78
Quadro 30 - Select de quantitativo e valores das chamadas.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado do SQL do quadro 7 do mês de junho de 2008.	68
Tabela 2 - Resultado do SQL do quadro 7 do mês de julho de 2008.	69
Tabela 3 - Resultado do SQL do quadro 9 do mês de junho de 2008.	71
Tabela 4 - Resultado do SQL do quadro 9 do mês julho 2008.....	72
Tabela 5 - Tabela de sites.	73
Tabela 6 - Resultado do SQL do quadro 30 do mês de junho de 2008.	81
Tabela 7 - Resultado do SQL do quadro 30 do mês de julho de2008.	83
Tabela 8 - Valores das chamadas que utilizaram VoIP e pagaram tarifas locais.	85
Tabela 9 - Valores das chamadas saindo pela rede TDM.....	86
Tabela 10 - Comparação dos custos VoIP com TDM e a economia.	87
Tabela 11 - Simulação dos valores das chamadas entre ramais via TDM.	89
Tabela 12 - Investimento em equipamentos.	90
Tabela 13 - Gastos mensais.	91
Tabela 14 – Média da economia com ligações externas, de ramais e o total dessa economia.	94
Tabela 15 - Tempo de retorno.	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores das chamadas que utilizaram VoIP e pagaram tarifas locais.....	85
Gráfico 2 - Valores das chamadas saindo pela rede TDM.	86
Gráfico 3 - Comparação dos custos VoIP com TDM e a economia do mês de junho.	87
Gráfico 4 - Comparação dos custos VoIP com TDM e a economia do mês de julho.	88
Gráfico 5 - Simulação dos valores das chamadas entre ramais via TDM.	89
Gráfico 6 - Investimento em equipamentos.....	91
Gráfico 7 - Gastos Mensais.	92
Gráfico 8 - Ocupação do link.	93
Gráfico 9 - Retorno do Investimento e a economia já obtida.	95

LISTA DE SIGLAS

AS - *Security Association*
ATA - *Analog Telephone Adaptor*
ATM - *Asynchronous Transfer Mode*
AXS - *Advanced Exchange System*
BXS - *Basic Exchange System*
CELP - *Code Excited Linear Predictor*
CN – Conector
comp@CT – Equipamento Compacto
CPU – Unidade central de processamento
CRM - *Customer Relationship Management*
CSP – Código de Seleção de Prestadora
CT - *Computer & Telephony*
CV – Canal de Voz
DAC – Distribuição Automática de Chamadas
DDD – Discagem Direta à Distância
DDR – Discagem Direta ao Ramal
EMS – Gestão Empresarial
ERP - *Enterprise Resources Planning*
ESPM - Escola Superior de Propaganda e Marketing
FDM - *Frequency Division Multiplex*
GVT – Globo Village Telecom
IETF - *Internet Engineering Task Force*
IP – *Internet Protocol* (Protocolo Internet)
ISDN - *Integrated Services Digital Network*
ISO - International Organization for Standardization
ITU-T - *International Telecommunications Union*
LAN - *Local Area Network*
LPC - *Linear Predictive Coding*

MGCP - *Media Gateway Control Protocol/Media Gateway Controller*

MPLS - *MultiProtocol Label Switching*

MUX – Multiplexador

NGC - Next Generation Communication

NGN - Next Generation Network

PABX – *Private Automatic Branch exchange*

PAY BACK – Recuperar o que foi pago – Repagar.

PC – Computador Pessoal

PCM – Modulação por Código de Pulso

QoS - *Quality of Service* (Qualidade de Serviço)

RA – Ramal Analógico

RAS - Remote Access Server

RD – Ramal Digital

ROI – *Return of Investment* (Retorno de Investimento)

RTCP - *Real-Time Transport Control Protocol*

SIP - *Session Initiation Protocol*

SIPDGT - SIP Dígito

SQL - Structured Query Language

STFC - Serviço Telefônico Fixo Comutado

TA – Tronco Analógico

TASI - *Time Assignment Speech Interpolation*

TDM - Multiplexação por Divisão no Tempo

TELEBRÁS - Telecomunicações Brasileiras S. A.

TI – Tecnologia da Informação

TICO - Tecnologia da Informação e Conhecimento Organizado

TL - Norma editada pela *Quest Forum* em 1999

UFF - Universidade Federal Fluminense

URA – Unidade de Resposta Audível

VoFR - Voz sobre Frame Relay

VoIP - *Voice over IP* (Voz sobre IP)

VPN - *Virtual Private Network*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 PROBLEMÁTICA	20
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Gerais.....	20
1.2.2 Específicos	21
1.3 JUSTIFICATIVA	21
1.4 DELIMITAÇÃO	22
1.5 METODOLOGIA.....	22
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	24
2 TELEFONIA.....	26
2.1 GESTÃO DE TELEFONIA	26
2.2 A REDE TELEFÔNICA	27
2.3 TELEFONIA TDM	27
2.4 CENTRAIS PABX.....	29
2.5 ROTEAMENTO DE CHAMADAS TELEFÔNICAS	30
2.6 EQUIPAMENTO PABX DO FABRICANTE DÍGITRO	32
2.6.1 Roteamento de chamadas utilizando PABX Dígitro	32
2.6.2 Call Control Dígitro	33
2.6.3 Processo SIP Dígitro.....	34
2.7 TARIFAÇÃO	35
3 SOLUÇÕES VOIP	36
3.1 VOIP.....	36
3.2 PROTOCOLO H.323	36
3.3 PROTOCOLO SIP	37
3.4 CODEC DE VOZ.....	38
3.5 INTERNET.....	40
3.6 MPLS.....	40
3.7 TELEFONIA IP.....	41

4 SEGURANÇA DE REDE	42
4.1 FIREWALL	42
4.2 VPN	43
5 QOS	44
6 A EMPRESA APLICADA	46
6.1 CONTEXTO HISTÓRICO	46
6.2 DADOS GERAIS	49
6.3 RECURSOS UTILIZADOS	50
6.3.1 Recursos de <i>hardware</i>	50
6.3.2 Recursos de <i>software</i>	51
6.3.3 Recursos de telecomunicações	51
7 ESTUDO DE CASO	53
7.1 A VISITA REALIZADA À EMPRESA	53
7.2 INVESTIMENTOS REALIZADOS PELA EMPRESA.....	54
7.2.1 Matriz	56
7.2.2 Filial de São Paulo	59
7.2.3 Filial do Rio de Janeiro	59
7.2.4 Filial de Brasília	60
7.2.5 Filial de Recife	60
7.2.6 Filial de Curitiba	61
7.2.7 Filial de Ribeirão Preto	62
7.2.8 Filial de Fortaleza	62
7.2.9 Filial de Porto Alegre	63
7.3 TERMINAIS IPs UTILIZADOS PELA EMPRESA	64
8 ANÁLISES DOS DADOS DE BILHETAGEM	65
8.1 ANÁLISE DAS CHAMADAS QUE FORAM ATÉ AS FILIAIS PELA REDE CORPORATIVA E SAÍRAM PELA REDE PÚBLICA, PAGANDO SOMENTE TARIFA LOCAL.....	66
8.2 SIMULAÇÃO DAS CHAMADAS DO ITEM 8.1, SAINDO PELA REDE PÚBLICA ATRAVÉS DO LINK TDM DA MATRIZ (FLORIANÓPOLIS) PARA OS DESTINOS DESEJADOS.....	69

8.3	CHAMADAS QUE FORAM FEITAS DE RAMAIS PARA RAMAIS ENTRE AS FILIAIS EM CUSTO, SIMULANDO ESTAS CHAMADAS COMO SE TIVESSEM SAÍDO PELA REDE PÚBLICA.....	72
9	ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	84
9.1	CHAMADAS QUE FORAM PELA REDE CORPORATIVA E A SIMULAÇÃO DESSAS CHAMADAS SAINDO PELO LINK TDM.....	84
9.1.1	Resultados das chamadas feitas pela rede corporativa e que saíram pelas filiais pagando uma tarifa local	84
9.1.2	Resultados da simulação das mesmas chamadas feitas através da rede corporativa saindo pelo link TDM da matriz	86
9.1.3	Resultado da comparação dos custos das ligações via rede corporativa com a simulação das chamadas através do link TDM	87
9.2	CHAMADAS QUE FORAM FEITAS DE RAMAIS PARA RAMAIS ENTRE AS FILIAIS COM CUSTO ZERO	88
9.3	CUSTOS MENSAIS PARA MANTER A ESTRUTURA E O INVESTIMENTO PARA AQUISIÇÃO DA SOLUÇÃO VOIP	89
9.3.1	Investimento inicial realizado pela empresa	90
9.3.2	Custo mensal com a solução VoIP.....	91
9.3.3	Ocupação do link Internet	92
9.4	TEMPO EM QUE A EMPRESA TERÁ O RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO	93
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
10.1	CONCLUSÃO.....	96
10.2	TRABALHOS FUTUROS	97
	REFERÊNCIAS	99
	ANEXO	101
	APÊNDICE	111

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas estão focadas na redução de custos para se tornarem mais competitivas no mercado. Um dos setores apontados como geradores de custos elevados nas empresas é a área de Tecnologia da Informação (TI), hoje parte vital de qualquer empresa de médio e grande porte.

A maioria dessas empresas possui um gasto elevado com telefonia e transmissão de dados para suas filiais, sendo este orçamento normalmente incorporado pelo setor de TI. O gerenciamento de telefonia é uma parte complexa de difícil controle para os gerentes desse setor, em consequência da dinâmica do mercado e das ofertas de serviços das operadoras. Entretanto, há meios de se reduzir os custos inerentes à qualidade de serviços e tecnologia.

Com a diversidade de operadoras que oferecem soluções adequadas para cada perfil de empresa, é possível obter serviços eficazes dessas operadoras com custos cada vez menores, de acordo com o que foi solicitado. No entanto, as empresas devem estar atentas não somente no custo do contrato com a operadora, mas também devem controlar os custos seguintes provenientes das contas de telefonia.

Através da tecnologia Voz sobre IP (VoIP), pode-se reduzir o custo da telefonia convencional, utilizando as redes de dados já existentes através de alguns investimentos em equipamentos. Esses investimentos serão amortizados posteriormente com a economia gerada nas contas telefônicas.

Este trabalho irá focar na redução de custos em telefonia com a utilização de redes convergentes, apresentando diagramas comparativos de uma estrutura de telefonia de Multiplexação por Divisão no Tempo (TDM) com uma estrutura de telefonia convergente, assim como tabelas e gráficos da redução de custos, que apontarão a estrutura mais adequada para trazer mais benefícios à empresa.

Além dessa comparação, será apresentado um estudo de caso de uma empresa que já aderiu à utilização de redes convergentes e está obtendo sucesso.

1.1 PROBLEMÁTICA

O problema abordado neste estudo é referente aos custos elevados na comunicação das empresas. Qualquer empresa, independente de seu ramo de atuação, necessita da tecnologia para se manter competitiva no mercado. Entretanto, observa-se que a maioria delas direciona seus esforços para seus produtos finais, deixando de investir em tecnologias e processo com a finalidade de obter uma melhor performance no mercado. Desta forma, a economia em potencial que a área de TI poderia gerar acaba sendo minimizada ou até anulada. Um dos exemplos é a telefonia massivamente utilizada pelas empresas que gera gastos exorbitantes.

Nessa área corporativa existem várias soluções que, se forem aplicadas, podem oferecer a redução de custos. A área de TI é que deve procurar essas soluções.

Os investimentos em redes convergentes e a migração da telefonia TDM para telefonia VoIP fazem com que as empresas realizem um investimento inicial alto, mas que, logo, terão o retorno do que foi investido e começarão a obter economia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Gerais

O projeto tem como objetivo apresentar a viabilidade e a eficácia da utilização de redes convergentes, com base em comparativos e um estudo de caso.

1.2.2 Específicos

Para definir o estudo de caso deste projeto, alguns aspectos inerentes à tecnologia utilizada nas redes convergentes e telefonia TDM devem ser estudados. O estudo de tais aspectos constitui os objetivos específicos:

- Estudar modelos de plataforma que integram telefonia TDM e solução VoIP utilizados pela empresa pesquisada;
- Analisar custos de *links* de dados e de link TDM;
- Levantar custos de plataformas de telefonia TDM e convergente;
- Comparar custos entre a telefonia TDM e telefonia VoIP;
- Analisar modelo de roteamento de chamadas;
- Estudar caso da empresa que utiliza telefonia TDM e telefonia VoIP;
- Analisar a viabilidade do uso da tecnologia VoIP para a redução de custo através de um estudo de caso;
- Analisar o grau de satisfação da empresa na utilização da solução VoIP.

1.3 JUSTIFICATIVA

É notório que, para uma empresa competir no mercado, ela precisa tornar seu produto atrativo e, para isso, precisa também investir em tecnologia. Para aproximar-se ainda mais de seus clientes internos e externos, é preciso investir em telecomunicação rápida e eficaz com o custo reduzido. A redução de custo agregado na utilização de tecnologia moderna torna a empresa mais competitiva no mercado. A utilização do VoIP como solução para reduzir custo em telefonia TDM permite as empresas romperem seus limites de comunicação.

Segundo o artigo da revista Banco Hoje (2007), 75% do mercado corporativo americano e cerca de 30% do mercado nacional utilizam VoIP.

Empresas como Avaya, Dígitro, entre outras, apostam em soluções *Internet Protocols* (IPs), lançando no mercado produtos como telefone IP, *Analog Telephone Adaptor* (ATA), PABX (*Private Automatic Branch exchange*) IP, assim como vários outros equipamentos. Além disso, começa a surgir a convergência das mídias e dos seus novos serviços proeminentes, o que acelera o processo em direção ao mundo IP, como: mensagens multimídia entre celulares, que mostram ser essenciais em um novo modelo de interconexão entre os provedores de serviços convergentes; operadores móveis, também evoluindo para a tecnologia IP, que já iniciam também seu movimento nessa direção.

Com base nessas informações e em outras pesquisas realizadas, fundamentou-se o trabalho e, assim, identificou-se a presença de uma tecnologia que mostra cada vez mais sua importância para todo o mercado corporativo. Desta forma, foi possível desenvolver um plano que atende as necessidades desse mercado e que reduz os custos em telecomunicações.

1.4 DELIMITAÇÃO

Este projeto não visa a implementação de uma tecnologia de Voz sobre IP, mas um estudo que mostra a possibilidade e eficácia da redução dos custos de comunicação telefônica nas empresas. Assim, será focado em uma plataforma e soluções específicas de uma determinada empresa, tendo em vista que esta pesquisa será baseada em um estudo de caso. Serão apresentados na avaliação final os investimentos e o ROI obtido pelas empresas.

1.5 METODOLOGIA

Com o propósito de obter um embasamento científico coerente com o assunto do estudo proposto, será realizada uma pesquisa aplicada, tendo em vista que é um estudo das

soluções envolvidas em roteamento de chamadas corporativas dirigido à resolução de um problema específico: a redução de custos de telefonia através do uso de tecnologia VoIP.

De acordo com Gil (2002, p. 17) “Pode-se definir **pesquisa** como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. A pesquisa é elaborada através dos conhecimentos disponíveis e do uso de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. (GIL, 2002) Já Andrade (2003, p. 121) completa ao dizer que “Pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de método científico”.

Pode-se classificar a pesquisa como quantitativa, pois levantará e analisará valores correspondentes às empresas que obtiveram sucesso com a migração da tecnologia TDM para a solução VoIP e, por isso, também pode ser classificada como estudo de caso de uma empresa. Ainda é possível definir como pesquisa exploratória, por abordar questões importantes e intrínsecas a estas tecnologias: telefonia TDM e VoIP, PABX, roteamento de chamadas, protocolos VoIP, soluções de rede, segurança de rede, QoS e Codec de voz. Apresenta-se também como pesquisa bibliográfica, pois é necessária a consulta de materiais já publicados para abordar e fundamentar essas questões.

Ainda pode-se definir esse projeto com um estudo de caso, que “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. (GIL, 2002, p. 54)

Por se tratar também de um estudo de caso, será escolhida uma empresa para ser analisada: Dígitro Tecnologia. Desta forma, essa empresa determina a população da pesquisa, pois a análise dos dados será restrita a ela. A escolha foi feita devido à facilidade de acesso às informações na área de telefonia, sendo que essa empresa utiliza em sua comunicação a tecnologia VoIP com o intuito de reduzir custos.

Assim, pode-se classificar a amostragem como não-probabilística e intencional, pois essa empresa não resume o universo total das empresas que usam tecnologia VoIP e por ter sido pré-selecionada, já que representa um bom exemplo para o estudo de caso.

A coleta de dados será realizada através de uma entrevista estruturada com o gerente de TI da empresa escolhida e de um formulário, pois é necessário obter informações específicas inerentes à aplicação da tecnologia VoIP no meio corporativo.

Com todas as informações já levantadas e analisadas, a tabulação dos dados será feita por meio de gráficos e tabelas comparativas, a fim de mostrar todas as conclusões pertinentes e que darão respaldo aos objetivos iniciais que orientaram o desenvolvimento deste trabalho.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em capítulos. No total são 9 capítulos, incluindo este. O objetivo desta estruturação é propiciar um melhor entendimento ao leitor do assunto e do estudo de caso realizado.

A estrutura do trabalho esta definida da seguinte forma:

Capítulo 1 - Introdução e contextualização: descreve o tema da pesquisa e sua contextualização. São apresentados também os problemas, objetivos, justificativas, delimitação e metodologia utilizada.

Capítulo 2 – Telefonia: contém os conceitos e estudos de telefonia, Gestão de Telefonia, Rede Telefônica, Telefonia TDM, Centrais PABX, Roteamento de Chamadas Telefônicas, PABX da empresa Dígitro Tecnologia, algumas facilidades inerentes ao roteamento de chamadas corporativas e tarifação.

Capítulo 3 – Soluções VoIP: contém os conceitos das soluções integrantes de uma solução IP, VoIP, Protocolo H.323, Protocolo SIP, Codec de Voz, Internet e MPLS.

Capítulo 4 – Segurança de Rede: contém os conceitos Firewall, VPN.

Capítulo 5 – QoS: contém os conceitos de QoS.

Capítulo 6 – A empresa aplicada: neste capítulo é apresentada a empresa escolhida para o estudo de caso, o histórico desta empresa e os recursos de software, hardware e de telecomunicações utilizados por ela.

Capítulo 7 – Estudo de Caso: neste capítulo é apresentado o primeiro contato com a empresa, o investimento realizado na matriz e em todas as filiais, a regra de roteamento utilizada na rede VoIP e a disponibilidade de recursos IPs.

Capítulo 8 – Análise dos dados de bilhetagem: neste capítulo contém as informações dos dados utilizados como base para análise, os procedimentos adotados para análise das bases de dados e os resultados obtidos.

Capítulo 9 – Resultados da análise dos dados: neste capítulo contém os resultados da análise realizada, a economia obtida com a implantação do VoIP e o Retorno de Investimento.

Capítulo 10 – Considerações Finais - Conclusões e Trabalhos Futuros: serão apresentadas as conclusões e as propostas de melhorias decorrentes na conclusão deste trabalho.

2 TELEFONIA

Neste capítulo foi realizada uma abordagem teórica sobre telefonia convencional, abrangendo a parte de gestão de telefonia, rede telefônica e telefonia TDM. Apresentará também soluções referentes a centrais PABX e roteamento de chamadas telefônicas. Como referência, foi utilizado o caso da empresa Dígitro Tecnologia no estudo específico de centrais PABX e interface de roteamento de chamadas entre a telefonia TDM e telefonia VoIP.

2.1 GESTÃO DE TELEFONIA

O gerenciamento de telefonia tornou-se grande preocupação e desafio para muitos gerentes de TI, uma vez que é notável o crescimento dos custos desta área. No entanto, é possível encontrar soluções eficazes para promover a redução de custos na transmissão de voz e dados por meio de redes convergentes.

A convergência entre voz e dados se apresenta de forma simplificada para os usuários. Além de permitir que eles se comuniquem com qualquer filial da corporação através da discagem direta para o ramal desejado, essa convergência torna o custo da ligação igual a zero e o tempo da ligação passa a ser irrelevante. Assim, a rede integrada acelera os processos internos da empresa e o retorno para o cliente externo se torna ainda mais rápido.

Os valores de tarifas cobrados pelas operadoras variam de cliente e de fluxo de chamadas, tornando a competição entre as grandes operadoras acirrada. Sendo assim, é de fundamental responsabilidade do gerente de TI negociar para obter os melhores preços.

Todas essas vantagens têm um custo alto, pois, de acordo com o artigo da revista INFO Corporate (2006), 11% em média do orçamento de TI são destinados aos serviços de telecomunicações, os quais estão cada vez melhores e mais baratos por causa da competição e da consolidação das operadoras.

Existem muitas vantagens em unificar a gestão de telefonia em redes convergentes. No entanto, duas delas se destacam: o controle centralizado das contas telefônicas e a

monitoração das facilidades do PABX de todas as máquinas ou sites da rede VoIP. O cliente, a partir do site central, pode acessar todos os sites remotos e realizar a gerência on-line das contas telefônicas, e ainda realizar o ajuste de configurações das plataformas.

2.2 A REDE TELEFÔNICA

A rede de telefonia envolve uma estrutura de comunicação complexa, envolvendo uma grande estrutura de hardware e software para interligar todas as centrais locais, DDD e DDI. Ela evoluiu a partir do serviço de telefonia básica para um portfólio de serviços de várias categorias, proporcionando ao cliente opções variadas para investimento.

A rede telefônica é composta pela rede de longa distância, que inclui as centrais interurbanas e internacionais, e os respectivos entroncamentos: a rede local, contendo as centrais e entroncamentos em áreas urbanas e o enlace do assinante, constituído pelos terminais e linhas de assinantes. (ALENCAR, 1998, p. 63)

O assinante de operadora possui a sua disposição uma gama de serviços, como: transmissão de dados, telefonia, acesso à Internet, VoIP, videoconferência, comunicações móveis, entre outras facilidades. Porém, o investimento nessas tecnologias deve ser avaliado e calculado, considerando a necessidade específica do assinante e da empresa. Assim, a área de TI deve buscar o investimento pensando na melhor relação custo/benefício para a empresa.

2.3 TELEFONIA TDM

A telefonia TDM é o padrão utilizado pelas centrais públicas nas quais a multiplexação por divisão de tempo aloca janelas de tempo para os sinais previamente amostrados. Segundo Alencar (1998), a multiplexação por divisão de frequência, MUX FDM, dominou as telecomunicações até final de 1980, quando começaram a instalar os sistemas de multiplexação em tempo, com a digitalização dos subsistemas telefônicos.

A figura 1 representa o padrão de canais e *slots* na telefonia TDM:

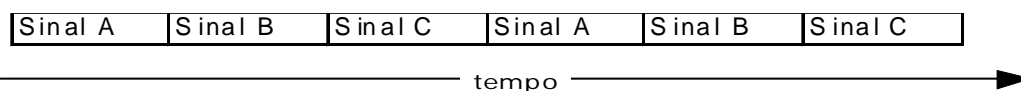


Figura 1- Representação do sinal TDM.
Fonte: Autores.

Na multiplexação por divisão de tempo, o meio de transmissão é dividido em canais e os mesmos são divididos em espaços de tempo pré-definidos, chamados *frames* ou quadros. Os *frames* são subdivididos em intervalos de tempo chamados *slots* que não precisam ser do mesmo tamanho. (TED, 2007)

A multiplexação do sinal de telefonia possibilita a otimização dos meios de transmissão utilizados pelas operadoras de telefonia, que normalmente são de capacidade limitada. Assim sendo, observamos que a telefonia TDM é a telefonia tradicional utilizada pela maioria das empresas e assinantes de telefone público.

A telefonia TDM segue três padrões mundiais de hierarquia digital: americano, japonês e europeu. O Brasil utiliza o padrão europeu E1 para o agrupamento dos canais de Modulação por Código de Pulso (PCM). O link E1 possui trinta e dois canais de 64kbps, onde trinta canais são reservados para voz e dois canais para controle. (ALENCAR, 1998).

A figura a seguir representa a utilização de tronco E1 em centrais locais de assinantes comuns interligadas com as centrais Tandem e a utilização em centrais PABX.

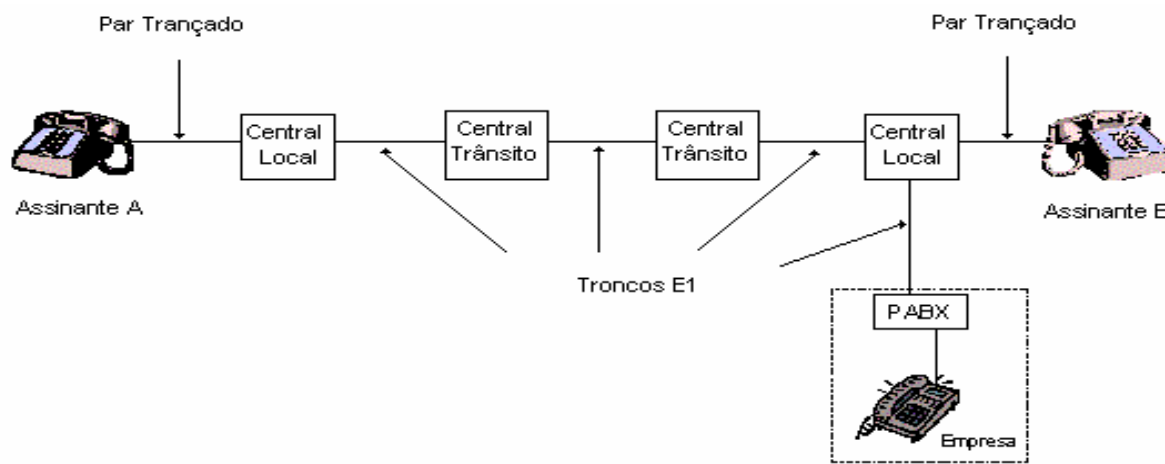


Figura 2 - Representação em blocos da utilização de troncos E1 (link TDM).
Fonte: Autores.

2.4 CENTRAIS PABX

O *Private Automatic Branch eXchange* (PABX) é uma central privada que disponibiliza serviços internos de distribuição de chamadas, facilidades de ramais e roteamento de chamadas. Há aproximadamente uma década, as empresas utilizavam *Tie Line* em seus PABXs, conforme representado na figura 3. Hoje os PABXs disponíveis no mercado possuem várias características que transcendem um simples equipamento com facilidades de ramais e cadeado eletrônico. Com a evolução da telefonia digital e VoIP, as soluções estão cada vez mais integradas, o que facilita a redução de custos e aumenta a agilidade nas tarefas diárias.

O PABX digital é um ponto de roteamento na comunicação da telefonia TDM para o mundo VoIP, com a facilidade de entroncamento digital, ramais de Discagem Direta ao Ramal (DDR) e interface IP com a internet.

A facilidade de comunicação à longa distância dentro das empresas aumentou e possibilitou maior agilidade na comunicação interna, além de garantir o custo zero da comunicação entre as unidades da corporação e a redução no custo para as chamadas de Discagem Direta à Distância (DDD) entre as filiais. (LIMA, 2001).

As facilidades de entroncamento digital, ramais DDR e interface de rede são os diferenciais das centrais PABX disponíveis no mercado. Empresas como Dígitro, Avaya e Siemens disputam espaço em um segmento que cresce com a evolução da internet e que exige das empresas, cada vez mais, investimentos em tecnologias. (ALENCAR, 1998).

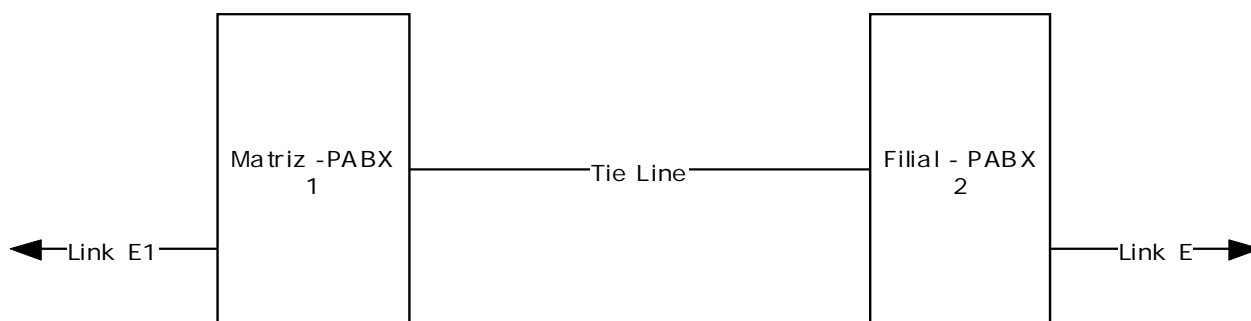


Figura 3 – Tie Line entre dois PABXs para comunicação direta.
Fonte: Autores.

Um *Tie Line* é uma linha privada, contratada para comunicação entre dois ou mais PABXs, que tem o objetivo de reduzir custos na comunicação entre membros de uma mesma empresa em locais diferentes.

2.5 ROTEAMENTO DE CHAMADAS TELEFÔNICAS

Uma das principais despesas das empresas hoje é o custo com ligações telefônicas. As operadoras de telefonia apresentam diversos planos de tarifas que variam de acordo com o horário das ligações. A vantagem de investir em uma rede convergente é a facilidade de explorar a comunicação via internet para fugir dos altos custos da telefonia TDM.

O roteamento de chamadas era utilizado somente pelas operadoras de telefonia, chamado de roteamento Tandem ou central Tandem, que por recomendação da Telebrás (Telecomunicações Brasileiras S. A.) o nome Tandem foi substituído por central trânsito. (LIMA, 2001)

Com o desenvolvimento da tecnologia *Computer & Telephony* (CT), ou seja, a integração entre telefonia e computador em uma mesma estação, os PABXs passaram a ter essa integração direta com a rede IP sendo conectados à internet.

Nas centrais privadas, a facilidade de roteamento de chamadas entre esses PABXs é feita via rede convergente e controlada por software instalado nas centrais telefônicas. Os PABXs têm a facilidade de reconhecer o que o usuário está discando e definir a rota de saída, além de consultar uma tabela de roteamento com as regras por onde a chamada deve ser encaminhada.

Por exemplo, se a comunicação é de ramal para ramal a discagem é direta. Se a ligação for de longa distância com o destino para um estado que a empresa possua uma filial, a ligação é encaminhada via rede corporativa, considerando as regras de roteamento no PABX de origem, identificando o que o usuário discou e inserindo automaticamente o Código Seleção da Prestadora (CSP). A análise do número discado e a tabela de roteamento sempre são feitas na origem devido à tarifação da chamada. Se o número discado na origem for uma ligação local no destino essa chamada sairá da central de origem sem o código CSP e o código DDD discado pelo usuário. Essa análise e exclusão é feita pelo software de roteamento de chamadas. Se o número

discado for uma ligação DDD no destino esse número discado não será alterado e sairá na central de destino como uma ligação DDD.

A decisão de utilizar a central do destino para gerar chamadas DDD das ligações vindas da rede corporativa depende do plano que o cliente contratou com a operadora de telefonia. Nesse plano, deve-se verificar se é mais viável que todas as chamadas DDD para as regiões que a empresa não tem filial saiam pelo ponto de origem da chamada ou usar a filial como central trânsito para a chamada DDD. Na figura seguinte, um exemplo de uma rede VoIP e o detalhamento de como é feito o roteamento de uma chamada corporativa. A unidade de Tijucas representa a máquina da Matriz e as demais localidades, as filiais.

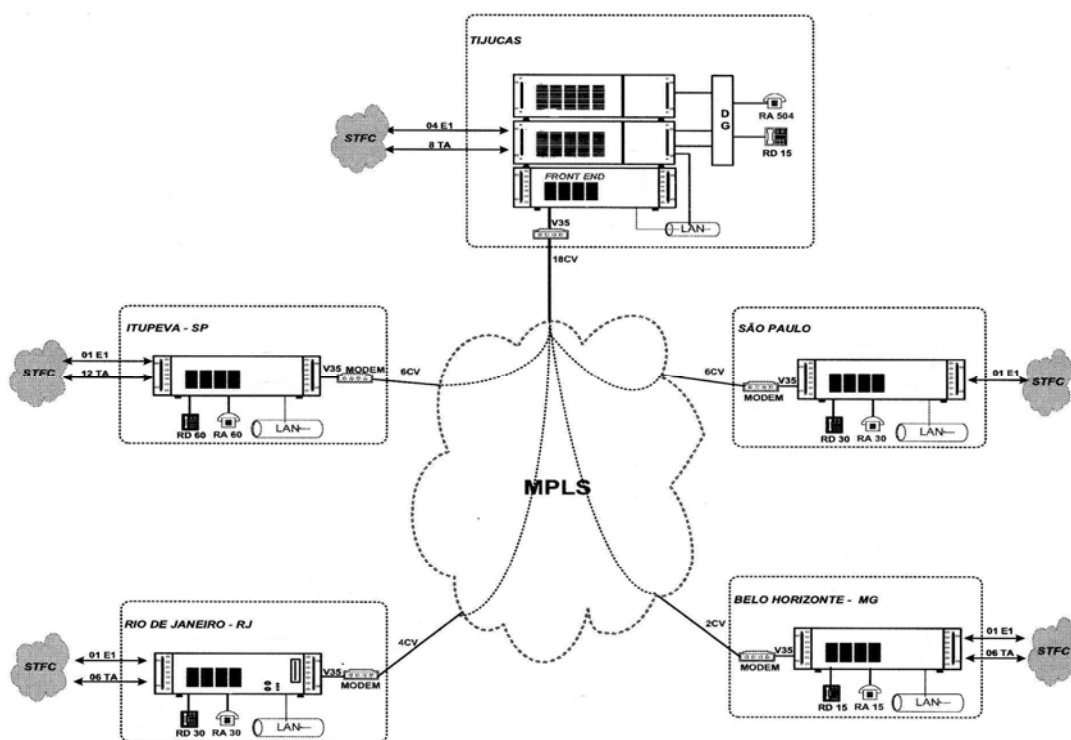


Figura 4 - Diagrama de uma rede VoIP.
Fonte: Adaptado de Dígito Tecnologia, 2005.

O usuário que está localizado na máquina de Tijucas definida como site matriz, ao gerar uma ligação para um ramal localizado em Belo Horizonte encaminha uma chamada via rede VoIP até o site de destino com o custo zero da ligação.

Para uma ligação DDD da máquina de Tijucas para a cidade do Rio de Janeiro o usuário irá discar o número com o código DDD. O PABX analisará o número discado e,

conforme regra de roteamento de chamadas, encaminhará a ligação via rede VoIP para a filial do Rio do Janeiro. A filial do Rio de Janeiro é utilizada como ponto de roteamento para as ligações locais naquela cidade. Essa ligação DDD de Tijuca para o Rio de Janeiro saiu pelo PABX da filial do Rio de Janeiro com o custo de uma ligação local.

2.6 EQUIPAMENTO PABX DO FABRICANTE DÍGITRO

Neste capítulo será utilizado como exemplo o PABX e as soluções para comunicação da empresa Dígitro.

A Dígitro Tecnologia possui avançadas plataformas de telecomunicações voltadas para os segmentos corporativos e de operadoras. Fundamentadas na tecnologia *Computer & Telephone* descrita anteriormente, essas tecnologias integram em um único bastidor, recursos de PABX, Distribuição Automática de Chamadas (DAC), Unidade de Resposta Audível (URA), MUX *Gateway* e Roteador. Oferecem dispositivos de VoIP e Voz sobre Frame Relay (VoFR), que permitem interligar filiais de uma empresa através de redes corporativas. (DÍGITRO TECNOLOGIA, 2008a)

2.6.1 Roteamento de chamadas utilizando PABX Dígitro

O serviço de roteamento de chamadas da Dígitro possibilita implementar a função Tandem ou central trânsito. Esse serviço foi desenvolvido pela empresa com objetivo principal de oferecer aos seus clientes uma solução para tomada de decisões, no que se refere ao destino das chamadas geradas, ou seja, no momento da geração de uma chamada esse processo é capaz de definir a melhor rota para encaminhamento da chamada.

O Tandem tem como princípio básico de funcionamento o roteamento das chamadas geradas através do PABX, realizando um tratamento da chamada antes que seja encaminhada ao Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC). Todas as chamadas que são encaminhadas ao

Tandem são analisadas por uma tabela de rotas de acordo com as cifras correspondentes ao número do destino (número de B). Cada rota existente possui um padrão associado, sendo que neste padrão estão contidas as informações de tratamento da chamada. Um padrão pode estar associado a várias rotas, porém uma rota só pode ser associada, no máximo, por dois padrões em uma faixa de horário, um padrão principal e um padrão alternativo. Este último é utilizado caso a chamada não possa ser completada pelo padrão principal.

O software de roteamento de chamadas – Tandem - utilizado para fazer a análise do número discado na máquina de origem é também utilizado para analisar a chamada na máquina do destino e definir por qual rota essa chamada deverá sair para a STFC. A rota via Tandem tem a vantagem de automatizar o roteamento das chamadas e a inclusão automática do código CSP para as ligações de longa distância, diferente das rotas tradicionais, na qual a escolha do roteamento e da operadora depende da discagem manual do usuário. (DÍGITRO TECNOLOGIA, 2008b)

2.6.2 Call Control Dígitro

O software *Call Control* é um processo que roda no equipamento Dígitro, responsável pelo roteamento das chamadas vindas do software Tandem para interfaces externas, seja um link ISDN (*Integrated Services Digital Network*) ou interface VoIP. Esse mesmo software é a interface de comunicação das chamadas recebidas da rede corporativa que são encaminhadas para o PABX.

No *Call Control*, é possível criar várias interfaces de roteamento para comunicação com a rede convergente. Além disso, ele é o ponto de roteamento entre as ligações TDM e VoIP. Esse ponto de roteamento, assim como o Tandem, é utilizado para as chamadas saíntes do PABX para rede VoIP e vice-versa. (DÍGITRO TECNOLOGIA, 2008c)

2.6.3 Processo SIP Dígitro

O *Session Initiation Protocol* (SIP) é um protocolo de sinalização definido pelo *Internet Engineering Task Force* (IETF) para controle de comunicações multimídia sobre redes IP.

Conforme descrito na seção 3.3 do próximo capítulo, os dois protocolos mais populares no mercado são: SIP e H.323.

O processo SIP Dígitro é chamado de SIPDGT, e ele faz a interface entre o roteamento de chamadas do PABX e a Internet. O processo SIPDGT possui um arquivo de configuração - siprotas.cfg - que contém todas as cifras de destinos, IPs e Codecs que serão utilizados na chamada.

O quadro a seguir representa as regras de roteamento do arquivo siprotas.

```

95?? @1.1.1.1 G723.1 # RNG_LOC
B1????????????? @10.1.2.1 G723.1 # VoIP
C1????????????? @10.1.14.1 G723.1 # VoIP
D1????????????? @10.1.12.1 G723.1 # VoIP
E1????????????? @10.1.143.1 G723.1 # VoIP
default @200.111.19.144 G723.1+G729+G711 RNG_LOC # Softswitch

```

Quadro 1 - Roteamento do arquivo siprota.

Fonte: Autores.

A primeira rota do quadro 1 representa o roteamento de ramal para o site de destino, este roteamento inicia com as cifras 95. As regras que iniciam com B1, C1, D1 e E1 representam o roteamento de ligações DDD para um site de destino. Para as ligações DDD é utilizada uma cifra-guia (letra) para identificar o site na rede VoIP. As interrogações representam à quantidade de dígitos que irão completar o número discado. O arquivo é completado com o IP do site destino e o codec utilizado para compressão de voz.

2.7 TARIFICAÇÃO

A tarifação é o processamento dos bilhetes gerados na central telefônica, que é feito por um software externo. Existem vários softwares de tarifação disponíveis no mercado, cada um com características e funções específicas de processamento e análise dos dados.

Após o investimento na solução de redes convergentes e integração de todas as unidades de uma corporação, o usuário acompanha os custos das unidades através do software de tarifação.

Com o crescente impacto dos custos de telefonia para as empresas, a implantação de sistemas confiáveis de controle e gerenciamento tornaram-se itens obrigatórios. O controle apurado permite a elaboração de planos progressivos de redução de custos com aplicação gradativa de medidas de economia. (INFO CORPORATE, 2006)

A empresa tem a opção de avaliar os planos e as operadoras mais vantajosos, de acordo com o perfil de utilização de cada unidade de sua rede. Essas são apenas algumas ações que poderão gerar economia significativa para área de TI na implantação de um sistema de telefonia integrado. No entanto, esses investimentos precisam e dependem de acompanhamento e controle para que sejam efetivamente aplicados e bem sucedidos.

3 SOLUÇÕES VOIP

Neste capítulo serão abordadas as tecnologias envolvidas diretamente com a solução VoIP.

3.1 VOIP

Em um curto espaço de tempo, uma diversidade de tecnologias em comunicação de voz sobre redes comutadas por pacote se espalhou mundo afora. Equipamentos, protocolos e serviços relacionados a essas tecnologias já se encontram disponíveis no mercado.

No setor de telecomunicações, fala-se bastante sobre comunicação de voz como um dos vários braços da convergência digital e das redes de multisserviços. São soluções que dão suporte à comunicação e à computação integrada de dados, áudio e vídeo, de maneira geral, implantadas sobre uma miríade de diferentes tecnologias de transporte - *Real-Time Transport Control Protocol* (RTCP), redes *Asynchronous Transfer Mode* (ATM), redes *WiFi*, redes celulares, entre outras. (COLCHER et al, 2005)

3.2 PROTOCOLO H.323

O protocolo H.323 é uma recomendação extensa e flexível produzida pela Seção de Padronização da área de Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T). Em seu perfil mais simples, estabelece procedimentos para a comunicação de áudio ponto a ponto, em tempo real, entre dois usuários em uma rede comutada por pacotes que não provêm garantias de QoS. Porém, o escopo do H.323 é muito maior, englobando conferências, multipontos e inter-redes com suporte à comunicação de vídeo, dados textuais e imagens estáticas.

Um terminal H.323 pode ser um telefone IP ou uma aplicação que executa em um Computador Pessoal (PC) com recursos multimídia, um *softphone*, por exemplo. A recomendação H.323 não determina dispositivos específicos de captura e apresentação de mídia a serem providos pelos terminais, mas somente os padrões de codificação para essas mídias aos quais esses terminais devem obrigatoriamente dar suporte. Os padrões de codificação de áudio utilizados nos sistemas H.323 são G.711, G.722, G.723.1, G.728 e G.729.

A recomendação H.323 depende de um conjunto de outros padrões e recomendações. Os padrões listados no quadro a seguir especificam os principais serviços, protocolos e procedimentos adotados em sistema H.323. (COLCHER et al, 2005)

PADRÕES	DESCRIÇÃO
T.38 T.120 V.150.1	Transporte de dados (texto, imagens, fax, sinais de modem).
RTP PTCP (IETF)	Transporte de controle de áudio e vídeo.
H.245 H.225.0	Protocolo de controle e sinalização.
H.246 H.248	Interoperabilidade de redes telefônicas comutadas por circuito.
H.235	Segurança em sistema baseado no protocolo de controle H.245.
H.450.x	Serviços suplementares.
H.460.x	Extensões aos serviços de sinalização do protocolo H.255.0.
H.501 H.510 H.530	Gerência e segurança de usuários, terminais e serviços em ambientes móveis.

Quadro 2 – Padrões referenciados na Recomendação H.323.

Fonte: Colcher et al, VoIP: Voz sobre IP, 2005.

3.3 PROTOCOLO SIP

O principal objetivo do IETF ao definir o protocolo SIP como um de seus padrões, segundo Rosenberg (2002 apud TANENBAUM, 2003), foi contemplar a criação e o gerenciamento de sessões para a troca de fluxos multimídia entre aplicações. Desse modo, o SIP atua como um protocolo de sinalização de aplicação. Ele negocia os termos e as condições de

uma sessão, definindo, por exemplo, os tipos das mídias e os padrões de codificação utilizados na sessão, além de auxiliar na localização dos participantes da mesma.

Ao contrário do H.323, o SIP não é um sistema verticalmente integrado. O SIP é um elemento que pode ser usado em conjunto com outros protocolos e componentes na construção de uma arquitetura multimídia complexa.

O SIP é um protocolo baseado em transações e, assim, determina etapas ou pontos de controle após uma série de troca de mensagens independentes entre os componentes de sua arquitetura.

As transações possuem sempre em um lado o cliente e no outro lado um servidor. Ambas as transações são funções lógicas embutidas nos componentes da arquitetura SIP, mais especificamente em agentes SIP e servidores *Proxy* com estado.

Existem dois modos de comunicação possíveis que utilizam a arquitetura de sinalização do SIP. O modo direto é conhecido como *peer-to-peer* e permite que um agente SIP envie requisições diretamente para outro agente. O modo indireto é feito via servidor *Proxy* e, normalmente, requer a presença de outros servidores de apoio que integram a infra-estrutura de um sistema de telefonia baseado em SIP. (COLCHER et al, 2005)

3.4 CODEC DE VOZ

Uma pessoa falando emite surtos de voz apenas durante 35% a 40% do tempo de fala. (COLCHER et al, 2005). O restante do tempo de diálogo é preenchido com silêncio que existe entre as palavras e entre as sentenças. Se for possível detectar esse silêncio e eliminá-lo da codificação, de forma que ele possa ser recuperado na decodificação, pode-se reduzir muito a quantidade de dados gerados. Essa técnica é aplicada à telefonia digital sob a denominação *Time Assignment Speech Interpolation* (TASI).

Outras características da voz e do ouvido humano determinantes na perda do surto de voz e de silêncio são muito diferentes. São toleráveis perdas em torno de 1% da informação do surto de voz, ao passo que se pode tolerar a perda de 50% do silêncio.

Uma outra forma de comprimir a voz humana é codificar, em vez de suas amostras, os parâmetros de um modelo analítico do trato vocal, capaz de gerar aquelas amostras. No método conhecido como *Linear Predictive Coding* (LPC), são codificados apenas os parâmetros que descrevem o melhor modelo que se adapta às amostras. Um decodificador LPC usa esse parâmetro para a geração sintética da voz, que é, usualmente, parecida com a original. O resultado é inteligível, mas a tonalidade é aquela de um robô falando.

O *Code Excited Linear Predictor* (CELP) é bastante similar ao LPC. O codificador CELP gera os mesmos parâmetros LPC, mas computa os erros entre a fala original e a fala gerada pelo modelo sintético. Tanto os parâmetros de modelos analíticos do trato vocal quanto uma representação comprimida dos erros são codificados. O resultado é uma codificação com qualidade de voz muito boa e a uma taxa de bits bem baixa.

Com base nas técnicas apresentadas nas seções anteriores, a ITU-T especificou padrões recomendados para codificação digital de voz. O quadro, a seguir, apresenta esses padrões resumidamente. (COLCHER et al, 2005)

Padrão	Algoritmo	Taxa de compressão (kbps)	Recursos de processamento necessários	Qualidade de voz resultante	Atraso adicionado
G.711	PCM	48, 56, 64 (sem compressão)	Nenhum	Excelente	Nenhum
G.722	SBC/ADPCM	64 (faixa passante de 50 a 7KHz).	Moderado	Excelente	Alto
G.723	MP-MLQ	5.3,6.3	Moderado	Boa (6.3) Moderada (5.3)	Alto
G.726	ADPCM	16, 24, 32, 40	Baixo	Boa (40)	Muito
G.728	LD-CELP	16	Muito alto	Boa	Baixo
G.729	CS-CELP	8	Alto	Boa	Baixo

Quadro 3 - Padrões ITU-T para voz.

Fonte: Colcher et al, VoIP: Voz sobre IP, 2005.

3.5 INTERNET

Até o início da década de 90, a Internet era um verdadeiro reduto de pesquisadores ligados às universidades, ao governo e às indústrias. Uma nova aplicação, a *World Wide Web* (WWW), mudou essa realidade e atraiu para a rede milhares de novos usuários, sem a menor pretensão acadêmica. Essa aplicação facilitou sobremaneira seu uso, muito embora não tenha alterado os recursos oferecidos pela rede. Junto ao navegador *Mosaic*, a WWW tornou possível a configuração de diversas páginas de informações de um site que contém textos, figuras, sons e vídeo, com links incorporados para outras páginas.

Grande parte desse crescimento durante a década de 90 foi impulsionado por empresas denominadas provedores de serviços da Internet. Essas empresas oferecem a usuários individuais a possibilidade de acessar de suas máquinas e se conectar à Internet, obtendo, assim, acesso ao correio eletrônico, à WWW e a outros serviços da Internet. Elas ainda reuniram dezenas de milhões de novos usuários por ano durante a década passada, alterando completamente a característica da rede que passou de um jogo acadêmico e militar para um serviço de utilidade pública, muito semelhante ao sistema telefônico.

O número de usuários da Internet é desconhecido no momento, mas, sem dúvida, chega a centenas de milhões em todo o mundo e, provavelmente, alcançará em breve um bilhão de pessoas. (TANENBAUM, 2003)

3.6 MPLS

O modelo tradicional de roteamento IP, baseado na determinação do próximo roteador para onde cada pacote deve ser enviado a partir do endereço de destino, vem se mostrando inadequado nas redes de *backbone*, à medida que estas passam a receber um volume cada vez maior de fluxos transportados, com diferentes exigências de QoS pelas aplicações consumidoras desses fluxos. Como alternativas a esse modelo, foi proposto junto ao IETF um

esquema genérico de roteamento explícito chamado MPLS (*MultiProtocol Label Switching*). (ROSEN, 2001 apud TANENBAUM, 2003)

Basicamente, a arquitetura MPLS permite a determinação prévia da seqüência completa dos roteadores que compõem uma rota. Calculada pelo roteador localizado na borda de entrada da rede de *backbone*, a referida seqüência é identificada por uma informação adicional (um conjunto de bits pequenos e de tamanho fixo) no cabeçalho dos pacotes transportados pelas redes de *backbone*, chamada de rótulo.

Dessa forma, a determinação do caminho a ser seguido por cada pacote é realizada pela simples leitura do rótulo. A tecnologia de comutação proposta na arquitetura MPLS é conhecida como comutação por rótulos, tendo sido empregada anteriormente também nas redes *Frame Relay* e ATM. (COLCHER et al, 2005)

3.7 TELEFONIA IP

A telefonia IP é uma das formas para a transmissão de Voz sobre IP. Além da digitalização e do transporte da voz, a telefonia IP também permite outros tipos de serviços comuns aos de telefonia, como transferência de chamadas, chamadas em espera, entre outros. A telefonia IP é considerada por muitos especialistas como a próxima geração das redes de telecomunicações. Pode ser considerada como uma das grandes inovações deste milênio.

Os aparelhos de telefonia IP se conectam direto à rede de dados e recebem voz, dados e imagens, provendo para o usuário uma interação bem mais completa.

A principal vantagem da telefonia IP é a integração, onde o cliente tem voz e dados em uma única rede, proporcionando economia de investimento. Na aplicação da solução, alguns telefones IPs podem ser utilizados como computadores pela tecnologia que a eles integram. A mobilidade da rede também permite a utilização da internet como meio físico, e de qualquer parte do mundo uma pessoa pode ativar seu ramal e conversar como se estivesse na empresa. (INTERNEXT, 2008)

4 SEGURANÇA DE REDE

A segurança de rede está diretamente relacionada ao foco principal do trabalho, pois é um ponto importante para manter o serviço das operadoras de telefonia confiáveis e com qualidade na transmissão de dados e voz. Assim sendo, é um fator fundamental para se manter a credibilidade no serviço prestado, objetivando a redução de custos em telefonia pelas empresas.

Desta forma, estudaremos alguns pontos importantes destas tecnologias, tais como: Firewall, VPN e QoS.

4.1 FIREWALL

O Firewall pode ser compreendido através de uma comparação a uma antiga forma de segurança medieval: cavar um fosso profundo em torno do castelo para sua proteção. Esse recurso forçava todos aqueles que quisessem entrar ou sair do castelo a passar por uma única ponte levadiça, onde guardas poderiam revistar e ter controle de todos os transeuntes. Nas redes, é possível usar o mesmo artifício: uma empresa pode ter muitas *Local Area Networks* (LANs) conectadas de forma arbitrária, mas todo o tráfego de saída ou entrada da empresa é feito através de uma “ponte levadiça eletrônica”, que é o firewall.

Os pacotes que passam por essa ponte são filtrados. Esse filtro de pacote pode ser um roteador padrão, equipado com algumas funções complementares, que permitem a inspeção de cada pacote de entrada ou de saída. Os pacotes que atenderem algum critério serão remetidos normalmente, mas os que falharem no teste serão descartados. (TANENBAUM, 2003)

4.2 VPN

As *Virtual Private Networks* (VPNs) são redes sobrepostas às redes públicas, mas com a maioria das propriedades das redes privadas. Elas são chamadas de “virtuais” porque são meramente uma ilusão, da mesma forma que os circuitos virtuais não são circuitos reais e que a memória virtual não é memória real.

Embora as VPNs possam ser implementadas sobre redes ATM, ou *Frame Relay*, uma abordagem cada vez mais popular é construir VPNs diretamente sobre a Internet.

Quando o sistema é criado, cada par de *firewall* tem que negociar os parâmetros de sua *Security Association* (SA), incluindo os serviços, os modos, os algoritmos e as chaves. Muitos *firewalls* têm recursos internos de VPN, embora alguns roteadores comuns possam fazer isso muito bem. Porém, como os firewalls se destinam principalmente à questão de segurança, é natural fazer os túneis começarem e terminarem nos *firewalls*, proporcionando uma separação clara entre a empresa e a Internet. (TANENBAUM, 2003)

5 QoS

Uma seqüência de pacotes, desde uma origem até um destino, é chamada de fluxo. Em uma rede orientada à conexão, todos os pacotes que pertencem a um fluxo seguem a mesma rota. Já em uma rede sem conexões, eles podem seguir rotas diferentes.

As necessidades de cada fluxo podem ser caracterizadas por quatro parâmetros principais: confiabilidade, delay, jitter e largura de banda. Juntos, esses parâmetros definem o QoS que o fluxo exige. Várias aplicações comuns e a severidade de seus requisitos estão listadas no quadro a seguir:

Aplicativos	Confiabilidade	Delay	Jitter	Largura de Banda
Correio eletrônico	Alta	Baixa	Baixa	Baixa
Transferência de arquivo	Alta	Baixa	Baixa	Média
Acesso à web	Alta	Média	Baixa	Média
<i>Login</i> remoto	Alta	Média	Média	Baixa
Áudio por demanda	Baixa	Baixa	Alta	Média
Vídeo por demanda	Baixa	Baixa	Alta	Alta
Telefonia	Baixa	Alta	Alta	Baixa
Videoconferência	Baixa	Alta	Alta	Alta

Quadro 4 - Requisitos de qualidade de serviço.

Fonte: Tanenbaum, Redes de Computadores, 2003.

As quatro primeiras aplicações mencionadas no quadro anterior têm requisitos estritos de confiabilidade. Nenhum bit pode ser entregue de forma incorreta. Em geral, esse objetivo é alcançado ao calcular o total de verificação de cada pacote e ao conferir o total de verificações no destino. Se um pacote for danificado em trânsito, ele não será confirmado e será retransmitido mais tarde. Essa estratégia proporciona alta confiabilidade. As quatro últimas aplicações (áudio/vídeo) mencionadas podem tolerar erros e, assim, nenhum total de verificações é calculado ou conferido.

As aplicações em tempo real, como telefonia e videoconferência, têm requisitos estritos de retardo. Se todas as palavras em uma ligação telefônica forem retardadas exatamente 2.000 segundos, os usuários irão considerar a conexão inaceitável.

Existem diversas técnicas de QoS, mas nenhuma técnica isolada proporciona QoS eficiente e seguro de forma satisfatória. Foram desenvolvidas diversas técnicas, e as soluções práticas muitas vezes combinam várias dessas técnicas. (TANENBAUM, 2003)

6 A EMPRESA APLICADA

Neste capítulo será apresentada a empresa que foi aplicada no estudo de caso: a Dígitro Tecnologia. Assim, será exposto o histórico, os dados gerais e os recursos técnicos utilizados pela empresa.

6.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Como tantos outros empreendimentos tecnológicos, a Dígitro Tecnologia surgiu por iniciativa de jovens engenheiros, recém-formados, que criaram uma pequena empresa em Florianópolis. Ainda numa fase bastante experimental, a empresa desenvolveu um dispositivo eletrônico que era incorporado a relógios para provas de rally. Esse dispositivo fracionava o minuto em centésimas partes para facilitar as contas feitas pelo navegador. Também nessa fase, foi desenvolvido um placar eletrônico para estádios de futebol.

Em 1º de Setembro de 1977, constituiu-se a Dígitro Tecnologia, e seu primeiro laboratório de desenvolvimento foi montado em uma pequena casa em Florianópolis. Porém, somente a partir de 1981, a empresa passou efetivamente a direcionar seu foco para o setor de telecomunicações, desenvolvendo e disponibilizando como primeiro produto nessa área o serviço despertador automático, programável pelo próprio usuário da operadora por meio do aparelho telefônico.

Novos produtos foram criados e, em 1986, a empresa já tinha cerca de 30 colaboradores. Foi assim que se consolidou como fornecedora de soluções tecnológicas na área de telecomunicações, principalmente para as operadoras de telefonia da região Sul, na época TELESC e TELEPAR, entre outros clientes.

Com o processo de privatização na área de telecomunicações, a Dígitro enfrentou o período mais turbulento de sua história. Todavia, esse fato desencadeou a busca por novos produtos e mercados e, hoje, a empresa atende, além de operadoras, cerca de 3000 clientes

espalhados por todo o território nacional e clientes em alguns países da América Latina e África. (DÍGITRO TECNOLOGIA, 2007a)

De acordo com informações da Dígítro Tecnologia (2008d), dentre os principais acontecimentos da empresa destacam-se:

- 1977 Fundação da empresa.
- 1983 Desenvolvimento da primeira plataforma para o serviço teledespertador totalmente automático por uma empresa genuinamente brasileira.
- 1991 Lançamento do DACT 512T - plataforma que integra em um único sistema capacidade de mensagens digitais, identificação do assinante com bilhetagem e tarifação diferenciadas, e função DAC (Distribuição Automática de Chamadas), no qual são implementados os serviços especiais das operadoras de telefonia do grupo Telebrás, como o teledespertador automático, o serviço auxílio à lista, entre outros.
- 1993 Conquista do terceiro lugar no prêmio Santa Catarina de Incentivo à Qualidade e Produtividade.
- 1995 Lançamento do AXS, plataforma digital com arquitetura aberta, que acrescenta características funcionais e de modularidade através de sua arquitetura cliente-servidor - conceito de multissolução.
- 1996 Conquista da certificação ISO 9001. Empresa destaque do Ano do Anuário Telecom.
- 1997 Lançamento do BXS, plataforma digital, arquitetura aberta e multifunção para o mercado corporativo.
Início das operações da filial São Paulo, com o *outsourcing* do serviço teledespertador da TELESP com a plataforma AXS, que processará em média 11 milhões de chamadas/mês somente para a cidade de São Paulo. Empresa Destaque do Ano do Anuário Telecom.
- 1998 Lançamento do BXS-RAS, concentrador de acesso remoto especialmente voltado para provimento de acesso discado à Internet, cujo principal destaque é o desenvolvimento de uma placa de circuito impresso com 30 *modems*, sendo esta placa a de maior densidade de componentes e de

- camadas já projetada no Brasil.
- 1999 Fornecimento para a Brasil Telecom de 22 plataformas que processam o serviço de correio de voz para os terminais telefônicos desta operadora em toda a sua região de concessão.
- 2000 Início da interligação das plataformas BXS nas regionais com a matriz através de links de dados, com tráfego de telefonia usando técnicas avançadas de digitalização e compressão da voz.
- 2001 Lançamento do comp@CT, plataforma digital multifunção para aplicações de médio porte.
- Disponibilizada comercialmente a tecnologia de reconhecimento de fala para aplicações como o auxílio à lista.
- A Dígitro se consolida como a líder em vendas no mercado de comutação privada para sistemas entre 129 a 512 portas. Também é líder isolada na comercialização de canais de correio de voz e sistemas digitais, de 129 a 512 portas, segundo a Abinee.
- 2002 Fornecimento à Universidade Federal Fluminense – UFF, do primeiro projeto de grande porte envolvendo Voz sobre IP em rede metropolitana de dados, usando tecnologia SIP.
- 2003 Início das exportações, através da parceria com a empresa Teleimpresores, do Uruguai.
- Lançamento do BXS *office*, plataforma digital multifunção para aplicações de pequeno porte, com agregação de tecnologias, como QoS, Sinalização H.323, interligação com redes MPLS, entre outras.
- 2004 Lançamento da linha de plataformas NGC (*Next Generation Communication*), com base na tecnologia NGN (*Next Generation Network*).
- 2005 Lançamento comercial dos terminais de telefonia IP: ATA, *IP Phone* e FaleWEB.
- Inauguração do *Call Center* da Brasil Telecom (site Goiânia), utilizando telefones IP como PAs integradas à solução EasyCall.
- 2006 Primeira empresa brasileira a conquistar a certificação internacional em telecomunicação TL 9000 (baseada na essência da ISO 9001:2000, a norma

contém, adicionalmente, um conjunto de requisitos comuns ao setor de telecomunicações, além de requisitos específicos de *hardware*, *software* e serviços).

2007 Entrada no mercado de prestação de serviço com duas novas unidades de negócio: Dígitronet e Dígitro Service.

Participação no XV Jogos Pan e Parapan-americanos, no Rio de Janeiro, com sistema de inteligência e telefonia para segurança pública.

6.2 DADOS GERAIS

Situada na Rua Professora Sofia Quint de Souza, 167, Capoeiras, Florianópolis, Santa Catarina, a Dígitro Tecnologia se destaca hoje no segmento de *Call Center*, segurança pública e clientes corporativos. A Dígitro Tecnologia é uma empresa genuinamente brasileira que atua no mercado oferecendo soluções tecnológicas. Possui um quadro atual de 580 funcionários, distribuídos entre a matriz situada em Florianópolis e as filiais localizadas em São Paulo, Recife, Rio de Janeiro, Curitiba, Brasília, Ribeirão Preto, Fortaleza e Porto Alegre.

A empresa adota a política da qualidade total, traduzida na conquista dos certificados *International Organization for Standardization* (ISO) 9001:2000 e mais recentemente o certificado TL 9000. Todos os colaboradores da empresa são permanentemente incentivados a seguir esta política.

Os números da Dígitro Tecnologia falam por si. Aproximadamente 2.000 companhias brasileiras de diversos setores usufruem dos benefícios de serem clientes da Dígitro. Mais de 3.000.000 de pessoas usam, por dia, serviços baseados em soluções Dígitro, totalizando mais 90.000.000 de acessos por mês. A planta Dígitro em *Call Centers* de operadoras corresponde a aproximadamente 30% de todas as posições de atendimento instaladas neste segmento no País. São mais de 55.000 portas instaladas em operadoras, distribuídas entre entroncamento, posições de atendimento, URAs e Unidades de Gravação e Monitoração. Essas plataformas processam cerca de 6.000.000 de transações/dia. Segundo a Revista INFO Exame (Agosto/2003), a Dígitro

está entre as duzentas maiores empresas de tecnologia do Brasil, sendo a 10ª empresa do setor de *software* no critério Excelência Empresarial (DÍGITRO TECNOLOGIA, 2008d).

6.3 RECURSOS UTILIZADOS

Por ser uma empresa de grande porte, a Dígitro Tecnologia possui uma diversidade de recursos de tecnologia em sua constituição. Dependendo da função que cada área desenvolve, esta possui determinado tipo de tecnologia de acordo com suas necessidades. Assim, uma área de desenvolvimento de *software*, por exemplo, possui sistemas próprios para o desenvolvimento de suas necessidades.

O mesmo acontece com a área de atendimento ao cliente que possui ferramentas adequadas a esta função. Serão descritas abaixo, de forma geral, as principais tecnologias que são utilizadas na empresa.

6.3.1 Recursos de *hardware*

Os recursos de *hardware* são variados. Eles estão divididos em servidores, em alguns casos setoriais, impressoras compartilhadas, equipamentos telefônicos, como centrais PABX, antenas para comunicação com *links* de operadoras de telefonia, roteadores, *switchs*, *hubs*, microcomputadores pessoais, *laptops*, estações de trabalho, *modems*, entre outros. Todo o *hardware* é utilizado de forma que sirva de suporte a aplicações de *software* e de telecomunicações descritos no próximo item.

6.3.2 Recursos de *software*

Além de possuir *softwares* do tipo aplicativo e específicos de acordo com determinadas funções, a empresa possui dois sistemas principais que gerenciam grande parte dos dados e das informações que circulam na organização: o sistema de Tecnologia da Informação e Conhecimento Organizado (TICO) e o sistema ERP. Este último desenvolvido pela empresa Datasul. Ambos são sistemas de *softwares* do tipo modular, ou seja, estão divididos em módulos que desempenham funções específicas.

O TICO foi desenvolvido pela própria Dígitro e pode ser acessado num ambiente de *browser*. É composto por diversos módulos que interagem entre si e transformam dados em informações. Esse sistema acaba fazendo o papel do atual sistema de ERP e CRM já que é neste, principalmente, onde são cadastrados dados de clientes, informações de vendas, ficha de produtos e propostas. No TICO também são recuperados os dados para transformá-los em informações necessárias para o desenvolvimento das atividades diárias da organização, caracterizando este como a principal fonte de informações da empresa.

6.3.3 Recursos de telecomunicações

Uma grande rede de informática e de telefonia constitui os recursos de telecomunicações da empresa. Todas as filiais e a matriz estão interligadas através da internet e a interligação proporciona uma série de vantagens que, certamente, são refletidas no relacionamento com os clientes.

Nessa rede já mencionada acontece o compartilhamento de dados e recursos, interligando todas as filiais e constituindo assim uma única rede. É também através dessa rede que ocorre a comunicação telefônica, e cada filial possui seu equipamento PABX. O custo de chamadas é reduzido significativamente já que, com esse tipo de arquitetura, as ligações entre as filiais são consideradas como chamadas entre ramais e as chamadas efetuadas da matriz para

telefones de outras cidades que possuem filiais, tornam-se chamadas com custo de uma ligação local.

O sistema telefônico na matriz é constituído por uma central PABX de grande porte, que suporta algumas centenas de ramais instalados em toda a infra-estrutura da empresa. Ligações saíntes são geradas por *links* digitais de operadoras de telefonia, como a Embratel, GVT e Brasil Telecom.

7 ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresentará as etapas realizadas para o estudo de caso na empresa, as características dos equipamentos da matriz e de cada filial, a regra de roteamento utilizado na rede VOIP para redução de custo em telefonia e o investimento realizada pela empresa.

7.1 A VISITA REALIZADA À EMPRESA

As visitas à empresa foram acompanhadas pelo diretor da área de qualidade e pela gerente de TI. A primeira visita ocorreu no dia 08/08/2008. Neste primeiro encontro, foi apresentado pelos acadêmicos o projeto de conclusão de curso e o objetivo principal de escolher a Dígito Tecnologia para o estudo de caso. A Dígito é uma empresa que desenvolve soluções para o mercado corporativo e se beneficia destas mesmas tecnologias para investir na própria empresa. Além disso, é uma empresa referência neste segmento.

Nesses encontros foram definidas as diretrizes para o levantamento das informações para o estudo de caso, tendo em vista que o foco principal é avaliar os custos de telefonia da empresa com a utilização da comunicação de VOZ sobre IP. (Ver Anexo 1)

Segundo o diretor de qualidade, “A empresa iniciou o investimento em comunicação corporativa no ano 2000, onde as primeiras filiais, na época São Paulo e Rio de Janeiro, foram interligadas à matriz via a tecnologia de *Frame Relay*. A partir do ano 2002, a empresa iniciou um novo investimento focada na redução de custo na comunicação VoIP, utilizando a própria internet”. Com isso, a empresa buscou contemplar:

- Modernização de seu parque de telefonia com garantia absoluta e segurança operacional;
- Garantia de qualidade do serviço oferecido de maneira crescente e no menor espaço de tempo possível, tornando-o completamente gerenciável e com capacidade de crescimento compatível, flexível e escalável para os objetivos e modelo de negócio da empresa;

- Aumento e disponibilidade de serviços, incrementando e adicionando facilidades operacionais diferenciadas que efetivamente mantivessem a qualidade do serviço e desempenho aos usuários;
- Atualização da tecnologia;
- Efetiva redução de custo.

7.2 INVESTIMENTOS REALIZADOS PELA EMPRESA

A empresa deste estudo de caso realizou um grande investimento em equipamentos para estruturar a sua rede de telefonia. Atualmente ela possui oito filiais interligadas representado na figura 5, sendo elas: São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Recife, Curitiba, Ribeirão Preto, Fortaleza e Porto Alegre.

Todas as filiais possuem comunicação direta de ramal para ramal com o custo zero no valor de ligação. A matriz é a única unidade que possui regra de roteamento de chamadas DDD para as filiais. Já estas não possuem roteamento de chamadas para ligações DDD através da rede VOIP.

A empresa não paga aluguel pelos links digitais TDM na matriz e nas filiais, sendo que as operadoras não cobram aluguel em virtude do tráfego. O custo mensal referente à parte de internet é de R\$ 6.000,00 para manter o link de dados de 8Mbps na matriz e de R\$ 4.000,00 para os links de dados com todas as filiais. O link de dados é utilizado para comunicação de dados com todas as filiais e para comunicação de Voz sobre IP.

Assim como na matriz e em todas as filiais, foram instaladas plataformas com soluções PABX e Voz sobre IP. O investimento total em equipamentos para implantação da rede corporativa foi de R\$ 593.104,14. Esse valor foi referente à compra de equipamentos e licença de software de PABX, *Call Center*, VoIP e tarifação.

Ao analisar os parâmetros: valor de equipamento, compra das plataformas, aluguel de link e custo de manutenção e suporte será realizada uma análise do pay back.

A seguir serão apresentadas as características das máquinas de cada filial Dígito e da matriz, assim como o valor de cada plataforma.

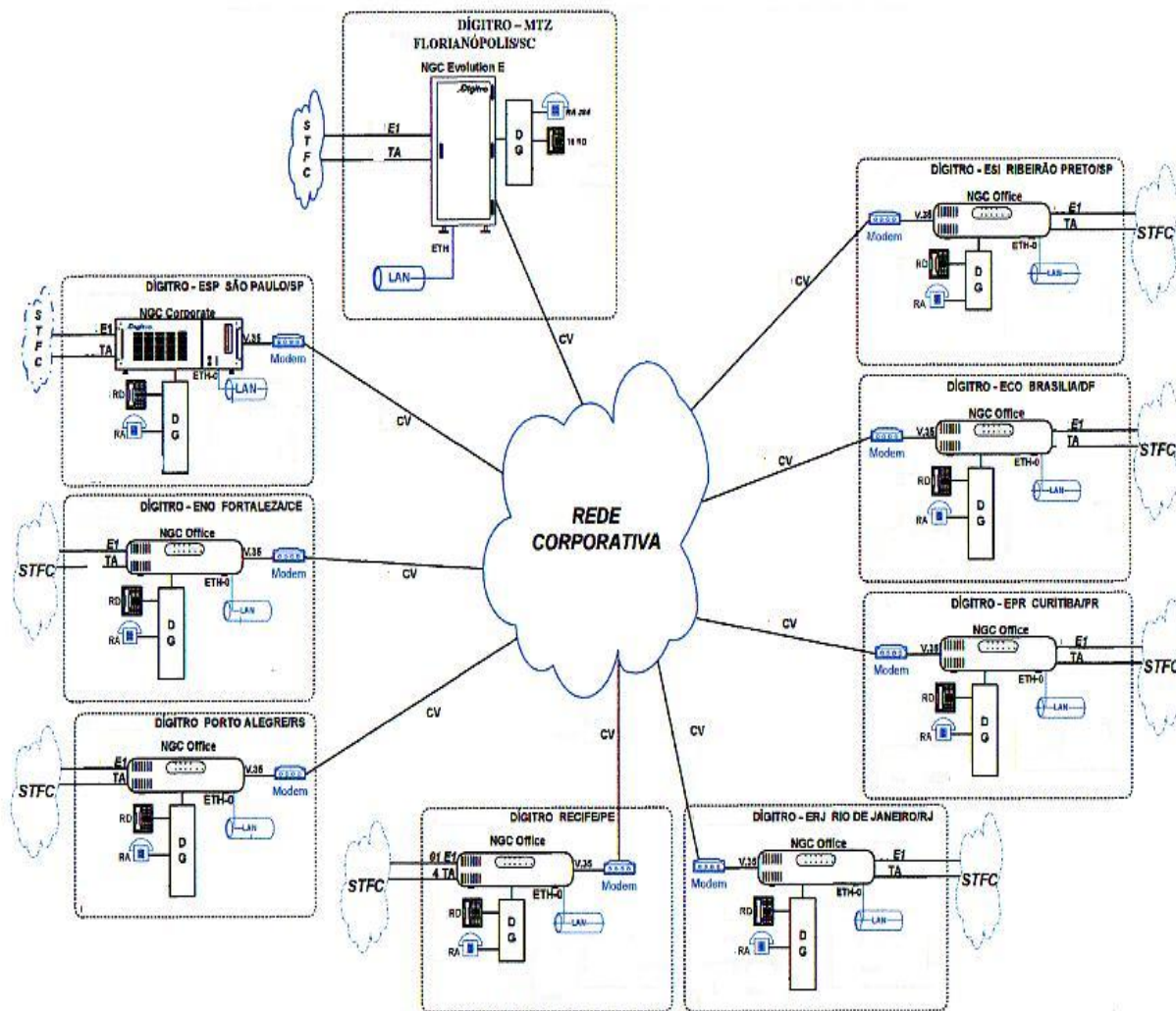


Figura 5 - Rede corporativa da empresa.
Fonte: Adaptado de Dígito Tecnologia, 2008e.

7.2.1 Matriz

Na matriz, a empresa realizou um investimento de R\$310.427,99 em equipamentos e *softwares* de PABX, *Call Center*, Voz sobre IP e tarifação.

O Equipamento da matriz, representado no anexo 2, é uma plataforma de grande porte com dualidade de processamento (CPU), dualidade de *switch*, dualidade por degradação de links digitais TDM e módulos de ramais independentes.

Características do equipamento da matriz (Florianópolis):

- Equipamento NGC-ES.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 384 ramais analógicos e 32 ramais digitais.
- 3 links digitais: 1 link digital com a operadora Brasil Telecom, 1 link digital com a operadora GVT e 1 link digital com a operadora Embratel.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 7000 a 7299.
- 30 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.
- 300 licenças para o uso de ramais IP.
- *Software* centralizado de tarifação.
- *Call Center*.

7.2.1.1 Regras do roteamento de chamadas da matriz

A matriz gera ligações DDD através da rede corporativa para os estados onde ela possui filial, com exceção da filial de Recife e de Porto Alegre. Essas ligações chegam ao destino com o custo de uma chamada local ou DDD para as chamadas no interior do estado.

Através da filial de São Paulo a matriz ainda gera ligações para os DDDs: 12, 13, 15, 17 e 19 no estado de São Paulo. Já através da filial do Rio de Janeiro, a matriz ainda gera ligações para o DDD: 22, no estado do Rio de Janeiro.

As regras de roteamento são definidas pela área de TI em conjunto com a diretoria da empresa. A avaliação é feita com base nos relatórios de tarifação e planos de tarifação contratados com as operadoras de telefonia de cada unidade.

A figura 6 representa o fluxo de uma chamada DDD saindo da matriz e sendo encaminhada via rede corporativa:

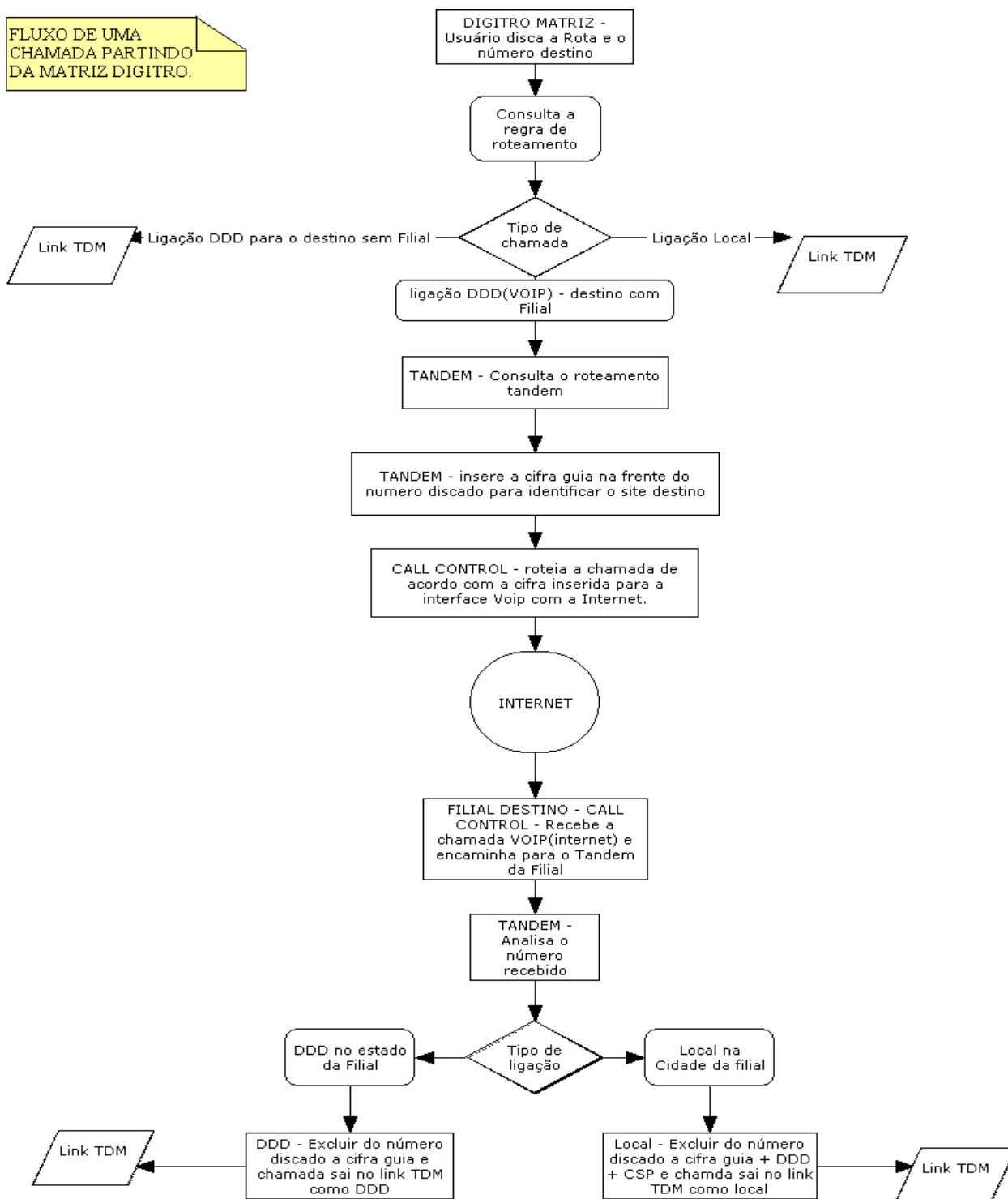


Figura 6 – Fluxo de uma ligação via VoIP.

Fonte: Autores

7.2.2 Filial de São Paulo

A filial de São Paulo é a maior filial da empresa, pois, além de escritório regional, essa filial possui uma área de serviço técnico. Ela recebeu um investimento de R\$56.617,59 em equipamentos e *softwares* para solução PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial de São Paulo:

- Equipamento do tipo NGC *Corporate*.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 48 ramais analógicos e 16 ramais digitais.
- 8 troncos analógicos.
- 2 links digitais: 1 link digital com a operadora Telefônica (15 canais) e 1 link digital com a operadora Embratel (20 canais).
- Faixa de ramais DDRs contratada: 5000 a 5099.
- 30 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.

O anexo 3 representa o equipamento da filial de São Paulo.

7.2.3 Filial do Rio de Janeiro

A filial do Rio de Janeiro é um escritório comercial. Nessa filial foi realizado um investimento de R\$31.338,90 em equipamentos e *softwares* de PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial do Rio de Janeiro:

- Equipamento do tipo NGC *Office*.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 10 ramais analógicos e 8 ramais digitais.
- 4 troncos analógicos.
- 1 link digital: 1 link digital com a operadora Embratel.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 2300 a 2399.

- 10 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.

O anexo 4 representa o equipamento da filial do Rio de Janeiro.

7.2.4 Filial de Brasília

A filial de Brasília é um escritório comercial. Nessa filial foi realizado um investimento de R\$32.418,62 em equipamentos e *softwares* de PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial de Brasília:

- Equipamento do tipo NGC Office.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 10 ramais analógicos e 8 ramais digitais.
- 4 troncos analógicos.
- 1 link digital: 1 link digital com a operadora Embratel.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 2850 a 2899.
- 10 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.

O anexo 5 representa o equipamento da filial de Brasília.

7.2.5 Filial de Recife

A filial de Recife é um escritório comercial. Nessa filial foi realizado um investimento de R\$26.101,31 em equipamentos e *softwares* de PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial de Recife:

- Equipamento do tipo NGC Office.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 10 ramais analógicos e 8 ramais digitais.

- 4 troncos analógicos.
- 1 link digital: 1 link digital com a operadora Embratel.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 6600 a 6699.
- 10 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.

O anexo 6 representa o equipamento da filial de Recife.

7.2.6 Filial de Curitiba

A filial de Curitiba é um escritório comercial. Nessa filial foi realizado um investimento de R\$34.050,60 em equipamentos e *softwares* de PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial de Curitiba:

- Equipamento do tipo NGC Office.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 10 ramais analógicos e 8 ramais digitais.
- 4 troncos analógicos.
- 1 link digital: 1 link digital com a operadora Brasil Telecom.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 6900 a 6999.
- 10 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.

O anexo 7 representa o equipamento da filial de Curitiba.

7.2.7 Filial de Ribeirão Preto

A filial de Ribeirão Preto é um escritório comercial localizada no interior do estado de São Paulo. Nessa filial foi realizado um investimento de R\$34.050,62 em equipamentos e *softwares* de PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial de Ribeirão Preto:

- Equipamento do tipo NGC Office.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 10 ramais analógicos e 8 ramais digitais.
- 4 troncos analógicos.
- 2 links digitais: 1 link digital com a operadora Telefônica e 1 link digital com a operadora Embratel.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 8800 a 8899.
- 10 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.

O anexo 8 representa o equipamento da filial de Ribeirão Preto.

7.2.8 Filial de Fortaleza

A filial de Fortaleza é um escritório comercial. Nessa filial foi realizado um investimento de R\$28.931,43 em equipamentos e *softwares* de PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial de Fortaleza:

- Equipamento do tipo NGC Office.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 24 ramais analógicos e 8 ramais digitais.
- 4 troncos analógicos.
- 1 link digital: 1 link digital com a operadora Telemar.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 6700 a 6799.

- 10 canais de Voz sobre IP.
- *Software* de roteamento de chamadas.

O anexo 9 representa o equipamento da filial de Fortaleza.

7.2.9 Filial de Porto Alegre

A filial de Porto Alegre é um escritório comercial. Nessa filial foi realizado um investimento de R\$39.167,08 em equipamentos e *softwares* de PABX e Voz sobre IP.

Características do equipamento da filial de Porto Alegre:

- Equipamento do tipo NGC Office.
- Fabricante: Dígitro Tecnologia.
- Quantidade de ramais: 24 ramais analógicos e 8 ramais digitais.
- 4 troncos analógicos.
- 2 links digitais: 1 link digital com a operadora Brasil Telecom e 1 link digital com a operadora Embratel.
- Faixa de ramais DDRs contratada: 1400 a 1499.
- 10 canais de Voz sobre IP.
- Software de roteamento de chamadas.

O anexo 10 representa o equipamento da filial de Porto Alegre.

7.3 TERMINAIS IPs UTILIZADOS PELA EMPRESA

A expansão tecnológica possibilitou à empresa uma larga utilização dos serviços de comunicação para o transporte de dados, voz, fax e imagens com taxas de transmissão cada vez mais elevadas.

Essa evolução das redes levou ao aparecimento de tecnologias e o fornecimento de serviços de telefonia, utilizando a rede IP no estabelecimento de chamadas e comunicação de voz.

Hoje a Dígitro se comunica mais com suas filiais, credenciados técnicos, consultores comerciais, funcionários em viagem e parceiros internacionais. A disponibilidade dos recursos IP a custos menores gera uma demanda maior de comunicação com todos os seus parceiros. Recursos como *softphone*, ramais IP, ATA são utilizados para reduzir custos e aumentar a comunicação na empresa.

A redução de custo com essas chamadas IPs a empresa ainda não conseguiu medir, por que esses ramais IP estão sempre em deslocamento sendo possível utiliza-los de qualquer ponto da internet. Essa mobilidade e flexibilidade impossibilitam de realizar um comparativo de custos, casos essas ligações fossem realizadas pelo link TDM.

8 ANÁLISES DOS DADOS DE BILHETAGEM

Neste capítulo será realizada a análise dos dados disponibilizados pela empresa. Os dados de bilhetagem foram disponibilizados pela área de TI, gerando uma base de dados com uma média de trinta e três milhões de registros. Junto à área de TI, definiu-se que o estudo de caso seria feito nos meses de junho e julho de 2008. Além das bases de dados, também foram disponibilizados os modelos da solução de Tarifação e o *software* Tarifone. (Ver Anexo 2)

Os dados de tarifação são centralizados no site matriz da Dígito e, através dela, os bilhetes são importados pela rede corporativa. Cada site recebe uma cifra identificadora utilizada para o roteamento das chamadas e o registro em todos os bilhetes gerados. Através dessas cifras registradas nos bilhetes, pode-se identificar para qual site foram direcionadas as chamadas.

A seguir, o quadro 5 apresenta os sites e suas respectivas cifras de identificação:

SITES	CIFRAS
Matriz Florianópolis	B0
Filial de São Paulo	B1
Filial de Rio de Janeiro	B2
Filial de Curitiba	B4
Filial de Porto Alegre	B5
Filial de Brasília	B6
Filial de Ribeirão Preto	B7
Filial de Fortaleza	B8

Quadro 5 - Sites e cifras identificadoras.

Utilizou-se o banco de dados InterBase 6.0 devido à base de dados ter sido disponibilizada para este tipo de banco. Ao executar os SQLs no banco de dados InterBase, foi constatada uma demora aproximada de quarenta minutos para se obter a resposta. Identificou-se que a demora estava atrelada a diversos fatores, entre eles o tamanho da base, o tipo de banco de dados utilizado, a modelagem da base que não estava adequada por não possuir index e a tabela

principal *cham_bilhete* que contém 41 colunas conforme anexo 2, inviabilizando a análise da coleta dos dados. Desta forma, decidiu-se dividir a base em três partes:

- a) Chamadas que foram até as filiais pela rede corporativa e saíram pela rede pública, pagando somente tarifa local.
- b) Copiou-se a mesma base mencionada acima para simular como se as chamadas tivessem saído pelo link TDM da matriz (Florianópolis) para os destinos desejados.
- c) Chamadas que foram feitas de ramais para ramais entre as filiais com o custo zero. Foram simuladas essas mesmas chamadas saindo pelo link TDM da matriz para o destino, como se fosse uma chamada DDD.

8.1 ANÁLISE DAS CHAMADAS QUE FORAM ATÉ AS FILIAIS PELA REDE CORPORATIVA E SAÍRAM PELA REDE PÚBLICA, PAGANDO SOMENTE TARIFA LOCAL

Para dividir as chamadas que foram até as filiais pela rede corporativa e saíram pela rede pública, foi efetuado um *backup* da base original e foram excluídos todos os dados diferentes dos que se precisava. Para isso, foi utilizada a *query SQL* conforme mostra o quadro a seguir:

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro <> 1 and
      processo <> 266 and
      cod_erro = 1536 and
      flg_rota <> 'C' and
      cifras_rota not in ('B2', 'B0', 'B1', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8');
```

Quadro 6 - Comando para deletar as chamadas que não saírem pela rede corporativa.

Para se compreender mais facilmente como ocorre o processo, foram descritos os comandos utilizados no quadro 6.

O campo *tipo_registro* é diferente de 1, sendo que este valor representa chamada saínte.

O campo *processo* representa o código do processo que fez a chamada, no caso 266, processo que controla os ramais.

O campo *cod_erro* igual a 1536 representa as chamadas não-completadas.

O campo *flg_rotas* diferente de C representa as chamadas que saíram pela rede corporativa.

O campo *cifras_rotas* representa os códigos das rotas dos sites, que já foram especificados no quadro 5.

Após a exclusão dos dados, foi utilizado o *software* Tarifone, disponibilizado pela empresa para tarifar as chamadas. Esse *software* baixa as tabelas de tarifas telefônicas do portal da Dígitro. O portal é atualizado pelos dados fornecidos pela empresa Comparatel.

Depois dos scripts de tarifação serem atualizados, o Tarifone se conecta ao banco de dados InterBase na base de dados Tarifone e insere os valores das chamadas no campo “valor” de cada bilhete na tabela *cham_bilhete*. As chamadas telefônicas são tarifadas com base no DDD, prefixos dos números e horários das chamadas.

Depois das chamadas tarifadas, foi efetuada a pesquisa na base Tarifone, utilizando a *query SQL* presente no quadro seguinte:

```
select cad.nome as site, cad2.nome site_destino,
       cast(count(id_bilhete) as integer) as qtd_chamada,
       cast(sum(duracao) as integer) as duracao_chamada,
       cast(sum(valor) as decimal(15,2)) as valor_chamada
from cham_bilhete b
  join cnfg_bxs_ecg ecg on b.cod_bxs_ecg = ecg.cod_bxs_ecg
  join cnfg_bxs bxs on ecg.cod_bxs = bxs.cod_bxs
  join cnfg_cad cad on bxs.cod_cad = cad.cod_cad,
  cnfg_cad cad2
where dt_atendimento >= '2008-06-01 00:00:00' and
```

```

dt_atendimento <= '2008-06-30 23:59:59' and
tipo_registro = 1 and
processo = 266 and
b.cod_erro <> 1536 and
cad.cod_cad in (3, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8) and
b.flg_rota = 'C' and b.cifras_rota = cad2.cifras_rota and
cad2.cifras_rota in ('B2', 'B0', 'B1', 'B4','B5','B6','B7','B8')
group by cad.nome, cad.cod_cad, cad2.nome, cad2.cod_cad
order by cad.nome, cad.cod_cad, cad2.nome, cad2.cod_cad

```

Quadro 7 - Pesquisa quantitativa e valores das chamadas.

Na tabela 1 constam todas as chamadas, em segundos, realizadas no mês de junho de 2008 que saíram da matriz em Florianópolis para as localidades onde a empresa possui filial, utilizando a rede corporativa e pagando somente tarifa local.

SITE	SITE_DESTINO	QTD_CHAMAD A	DURAÇÃO_CHAMA DA	VALOR_CHAMAD A
SCFLORIANOPO LIS	CEFORTALEZA	1698	239805"	R\$ 342,54
SCFLORIANOPO LIS	DFBRASILIA	611	119679"	R\$ 203,27
SCFLORIANOPO LIS	PRCURITIBA	1317	230491"	R\$ 428,10
SCFLORIANOPO LIS	RJRIODEJANEIR O	1831	332317"	R\$ 622,69
SCFLORIANOPO LIS	SPRIBEIRAOPRET O	503	89077"	R\$ 476,29
SCFLORIANOPO LIS	SPSAOPAULO	6458	1121300"	R\$ 2.951,88

Tabela 1 - Resultado do SQL do quadro 7 do mês de junho de 2008.

Na tabela 2 constam todas as chamadas, em segundos, realizadas no mês de julho que saíram da matriz em Florianópolis para as localidades onde a empresa possui filial, utilizando a rede corporativa e pagando somente tarifa local.

O SQL utilizado para obter os dados da tabela 2 é o mesmo mencionado na tabela 1, alterando somente o período da pesquisa.

SITE	SITE_DESTINO	QTD_CHAMADA	DURAÇÃO_CHAMADA	VALOR_CHAMADA
SCFLORIANOPO LIS	CEFORTALEZA	1752	297774"	R\$ 419,57
SCFLORIANOPO LIS	DFBRASILIA	790	158074"	R\$ 278,42
SCFLORIANOPO LIS	PRCURITIBA	1269	235643"	R\$ 424,72
SCFLORIANOPO LIS	RJRIODEJANEIRO	1816	327901"	R\$ 601,04
SCFLORIANOPO LIS	SPRIBEIRAOPRET O	504	85222"	R\$ 413,34
SCFLORIANOPO LIS	SPSAOPAULO	7011	1202205"	R\$ 3.170,03

Tabela 2 - Resultado do SQL do quadro 7 do mês de julho de 2008.

8.2 SIMULAÇÃO DAS CHAMADAS DO ITEM 8.1, SAINDO PELA REDE PÚBLICA ATRAVÉS DO LINK TDM DA MATRIZ (FLORIANÓPOLIS) PARA OS DESTINOS DESEJADOS

Após a simulação das chamadas geradas via VoIP, saindo pelo link TDM na matriz foi efetuada uma cópia da base de dados utilizada no item 8.1. Alterou-se o parâmetro *flg_rota* de C para P, onde C representa chamada gerada pela rede corporativa e o P representa chamada efetuada pela rede pública.

Para essa alteração, utilizou-se a *query* SQL mostrada no quadro seguinte:

```

update cham_bilhete
set flg_rota = 'P'
where tipo_registro = 1
and processo = 266
and cod_erro <> 1536
and flg_rota = 'C'

```

Quadro 8 - Alteração do bilhete para rede TDM.

Após a alteração dos dados, foi utilizado o *software* Tarifone disponibilizado pela empresa para tarifar as chamadas, simulando as ligações que saem pelo link TDM em Florianópolis para o destino, como se fosse uma chamada DDD.

Depois das chamadas tarifadas, foi efetuada a pesquisa na base Tarifone, utilizando a *query* SQL conforme mostra o quadro a seguir:

```

select cad.nome as site, cad2.nome site_destino,
       cast(count(id_bilhete) as integer) as qtd_chamada,
       cast(sum(duracao) as integer) as duracao_chamada,
       cast(sum(valor) as decimal(15,2)) as valor_chamada
from cham_bilhete b
join cnfg_bxs_ecg ecg on b.cod_bxs_ecg = ecg.cod_bxs_ecg
join cnfg_bxs bxs on ecg.cod_bxs = bxs.cod_bxs
join cnfg_cad cad on bxs.cod_cad = cad.cod_cad,
cnfg_cad cad2
where dt_atendimento >= '2008-06-01 00:00:00' and
      dt_atendimento <= '2008-06-30 23:59:59' and
      tipo_registro = 1 and
      processo = 266 and
      b.cod_erro <> 1536 and
      cad.cod_cad in (3, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8) and
      b.flg_rota = 'P' and b.cifras_rota = cad2.cifras_rota and
      cad2.cifras_rota in ('B2', 'B0', 'B1', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8')

```

```
group by cad.nome, cad.cod_cad, cad2.nome, cad2.cod_cad
order by cad.nome, cad.cod_cad, cad2.nome, cad2.cod_cad
```

Quadro 9 - *Select* de quantitativo e valores das chamadas.

Na tabela a seguir é apresentado o resultado da simulação de todas as chamadas, em segundos, realizadas no mês de junho de 2008, saindo da matriz em Florianópolis e utilizando o link TDM para os estados onde a empresa possui filial, sem consulta do roteamento pela rede corporativa.

SITE	SITE_DESTINO	QTD_CHAMADA	DURAÇÃO_CHAMA DA	VALOR_CHAMAD A
SCFLORIANOPO LIS	CEFORTALEZA	1698	239805"	R\$ 2.866,01
SCFLORIANOPO LIS	DFBRASILIA	611	119679"	R\$ 943,33
SCFLORIANOPO LIS	PRCURITIBA	1317	230491"	R\$ 1.861,29
SCFLORIANOPO LIS	RJRIODEJANEIR O	1831	332317"	R\$ 4.394,01
SCFLORIANOPO LIS	SPRIBEIRAOPRET O	503	89077"	R\$ 1.088,03
SCFLORIANOPO LIS	SPSAOPAULO	6458	1121300"	R\$ 15.164,40

Tabela 3 - Resultado do SQL do quadro 9 do mês de junho de 2008.

Na tabela a seguir é apresentada a simulação de todas as chamadas, em segundos, realizadas no mês de julho de 2008, saindo da matriz em Florianópolis e utilizando o link TDM para os estados onde a empresa possui filial, sem a consulta do roteamento pela rede corporativa.

O SQL utilizado para obter os dados da tabela 4 é o mesmo mencionado na tabela 3, alterando somente o período da pesquisa.

SITE	SITE_DESTINO	QTD_CHAMADA	DURAÇÃO_CHAMA DA	VALOR_CHAMA DA
SCFLORIANOPO LIS	CEFORTALEZA	1752	297774"	R\$ 3.464,25
SCFLORIANOPO LIS	DFBRASILIA	790	158074"	R\$ 1.249,93
SCFLORIANOPO LIS	PRCURITIBA	1269	235643"	R\$ 1.870,07

SCFLORIANOPO LIS	RJRIODEJANEIR O	1816	327901"	R\$ 4.425,94
SCFLORIANOPO LIS	SPRIBEIRAOPRET O	504	85222"	R\$ 966,49
SCFLORIANOPO LIS	SPSAOPAULO	7011	1202205"	R\$ 16.028,16

Tabela 4 - Resultado do SQL do quadro 9 do mês julho 2008

8.3 CHAMADAS QUE FORAM FEITAS DE RAMAIS PARA RAMAIS ENTRE AS FILIAIS EM CUSTO, SIMULANDO ESTAS CHAMADAS COMO SE TIVESSEM SAÍDO PELA REDE PÚBLICA

Neste subcapítulo foram simuladas as chamadas de ramal para ramal entre os sites, saindo pelo link TDM da origem de cada PABX até o destino como se fosse uma ligação DDD. Para a realização dessa simulação, foi copiada a base de dados original disponibilizada pela empresa, excluindo desta base todas as chamadas onde o campo *tipo_registro* da tabela *cham_bilhete* fosse diferente zero. O zero representa as chamadas de um ramal para outro ramal entre os sites. Também foram excluídas as chamadas que foram feitas para ramais do mesmo site.

No quadro 10, segue a *query SQL* executada para a exclusão das chamadas quando o *tipo_registro* da tabela *cham_bilhete* for diferente de zero.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro <> 0
```

Quadro 10 - Delete de registro diferente de ramal.

Para efetuar a simulação de chamadas de ramal para ramal, foi necessário identificar as faixas de ramais, os códigos de DDDs e prefixos de cada site. Essas informações foram passadas pela área de TI da empresa.

Na tabela 5, segue os sites relacionados a faixas de ramais, os códigos DDDs e seus prefixos:

SITE	DDD	PREFIXO	RAMAIS
Florianópolis	48	3281	7000 à 7600
Brasília	61	3424	2850 à 2899
Recife	81	2125	6600 à 6699
Porto Alegre	51	3284	1400 à 1499
Curitiba	41	3219	6900 à 6999
São Paulo	11	2172	5000 à 5099
Rio de Janeiro	21	2104	2300 à 2399
Fortaleza	85	3216	6700 à 6799
Ribeirão Preto	16	3602	8800 à 8899

Tabela 5 - Tabela de sites.

Foi criada uma *query* SQL que, quando o campo origem e o campo destino da tabela *cham_bilhete* compreendesse a mesma faixa, este bilhete poderia ser excluído, pois caracterizariam chamadas feitas de ramal para ramal do mesmo site.

Nos quadros seguintes são apresentadas as *queries* SQL utilizadas para exclusão de chamadas feitas de ramal para ramal do mesmo site:

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '7%'
and origem like '7%'
```

Quadro 11 - Exclusão de ramal para ramal do site de Florianópolis.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '28%'
and origem like '28%'
```

Quadro 12 - Exclusão de ramal para ramal do site de Brasília.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '66%'
and origem like '66%'
```

Quadro 13 – Exclusão de ramal para ramal do site de Recife.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '14%'
and origem like '14%'
```

Quadro 14 - Exclusão de ramal para ramal do site de Porto Alegre.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '69%'
and origem like '69%'
```

Quadro 15 - Exclusão de ramal para ramal do site de Curitiba.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '50%'
and origem like '50%'
```

Quadro 16 - Exclusão de ramal para ramal do site de São Paulo.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '23%'
and origem like '23%'
```

Quadro 17 - Exclusão de ramal para ramal do site do Rio de Janeiro.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '67%'
and origem like '67%'
```

Quadro 18 - Exclusão de ramal para ramal do site de Fortaleza.

```
delete from cham_bilhete
where tipo_registro = 0
and destino like '88%'
and origem like '88%'
```

Quadro 19 - Exclusão de ramal para ramal do site de Ribeirão Preto.

Deixou-se no banco de dados somente os dados referentes às chamadas feitas de ramal para ramal para sites diferentes, modificando-se os registros no banco de dados para tarifar essas chamadas para sair pelo link TDM, como se fosse uma ligação DDD entre as filiais. No quadro seguinte, aparecem os campos alterados na tabela *cham_bilhete* para a simulação e suas respectivas descrições:

CAMPO	VALOR	DESCRIÇÃO
CSP	21	Caracteriza a operadora que efetua a chamada DDD. Neste caso, foi utilizada a operadora Embratel.
flg_rotas	P	Caracteriza chamada saínte pela rede pública.
destino	'0483281' destino	Concatena o DDD e o prefixo como o DDR, formando o número a ser discado.
destino_original	'021483281' destino_original	Concatena o CSP o DDD e o prefixo como o DDR, formando o número a ser discado. Campo utilizado para tarifação da chamada.
tipo_regitor, tipo_registroextra	1	Representa chamadas saíntes externas.

Quadro 20 - Descrição do campo da tabela *cham_bilhete*.

Para explicar os campos do quadro 20 acima foi utilizado dados fixos nos campos destino e destino_origem, sendo que os mesmo variam dependendo da faixa de ramais.

Nos quadros de 21 a 29 abaixo, segue a query SQL que foi executada para alteração dos dados mencionados:

```
update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0483281' || destino,
csp=21, ddd=48,tipo_registro =1,
destino_original ='021483281' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '7%'
```

Quadro 21 - Alteração dos dados do site de Florianópolis.

```
update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0613281' || destino,
csp=21, ddd=61,tipo_registro =1,
destino_original ='021613281' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '28%'
```

Quadro 22 - Alteração dos dados do site de Brasília.

```
update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0812125' || destino,
csp=21, ddd=81,tipo_registro =1,
destino_original ='021812125' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '66%'
```

Quadro 23 - Alteração dos dados do site de Recife.

```
update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0513284' || destino,
csp=21, ddd=51,tipo_registro =1,
destino_original ='02151328414' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '14%'
```

Quadro 24 - Alteração dos dados do site de Porto Alegre.

```
update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0413219' || destino,
csp=21, ddd=41,tipo_registro =1,
destino_original ='021413219' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '69%'
```

Quadro 25 - Alteração dos dados do site de Curitiba.

```
update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0112172' || destino,
csp=21, ddd=11,tipo_registro =1,
destino_original ='021112172' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '50%'
```

Quadro 26 - Alteração dos dados do site de São Paulo.

```

update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0212104' || destino,
csp=21, ddd=21,tipo_registro =1,
destino_original ='02121210423' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '23%'

```

Quadro 27 - Alteração dos dados do site do Rio de Janeiro.

```

update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0853216' || destino,
csp=21, ddd=85,tipo_registro =1,
destino_original ='021853216' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '67%'

```

Quadro 28 - Alteração dos dados do site de Fortaleza.

```

update cham_bilhete
set flg_rota = 'P',destino ='0163602' || destino,
csp=21, ddd=16,tipo_registro =1,
destino_original ='021163602' || destino_original,
tipo_registroextra = 1
where tipo_registro =0
and destino like '88%'

```

Quadro 29 - Alteração dos dados do site de Ribeirão Preto.

Ao finalizar a exclusão e alteração dos dados, foi utilizado o *software* Tarifone disponibilizado pela empresa para tarifar as chamadas. Depois das chamadas tarifadas, foi efetuada a pesquisa na base Tarifone, utilizando a *query* SQL conforme o quadro a seguir:

```

select cad.nome as site, cad2.nome site_destino,
cast(count(id_bilhete) as integer) as qtd_chamada,
cast(sum(duracao) as integer) as duracao_chamada,
cast(sum(valor) as decimal(15,2)) as valor_chamada
from cham_bilhete b
join cnfg_bxs_ecg ecg on b.cod_bxs_ecg = ecg.cod_bxs_ecg
join cnfg_bxs bxs on ecg.cod_bxs = bxs.cod_bxs
join cnfg_cad cad on bxs.cod_cad = cad.cod_cad,
cnfg_cad cad2
where dt_atendimento >= '2008-06-01 00:00:00' and
dt_atendimento <= '2008-06-30 23:59:59' and
tipo_registro = 1 and
processo = 266 and
b.cod_erro <> 1536 and
cad.cod_cad in (3, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8) and
b.flg_rota = 'P' and b.cifras_rota = cad2.cifras_rota and
cad2.cifras_rota in ('B2', 'B0', 'B1', 'B4','B5','B6','B7','B8')
group by cad.nome, cad.cod_cad, cad2.nome, cad2.cod_cad
order by cad.nome, cad.cod_cad, cad2.nome, cad2.cod_cad

```

Quadro 30 - Select de quantitativo e valores das chamadas.

Na tabela a seguir, consta a simulação de todas as chamadas feitas, em segundos, de ramais para ramais de outro site, realizadas no mês de junho e manipuladas para serem tarifadas como se tivessem saído pelo link TDM de sua respectiva unidade.

SITE	SITE_DESTINO	QTD_CHAMAD	DURAÇÃO_CHAMA	VALOR_CHAMA
		A	DA	DA
CEFORTALEZA	DFBRASILIA	8	671"	R\$ 8,31
CEFORTALEZA	RJRIODEJANEIRO	74	10128"	R\$ 108,14
CEFORTALEZA	SPSAOPAULO	14	561"	R\$ 9,39
DFBRASILIA	RJRIODEJANEIRO	14	1103"	R\$ 5,04
DFBRASILIA	RSPORTOALEGRE	4	375"	R\$ 4,20
DFBRASILIA	SCFLORIANOPOL	291	36065"	R\$ 378,68

IS				
DFBRASILIA	SPSAOPAULO	2	69"	R\$ 1,18
PRCURITIBA	DFBRASILIA	4	436"	R\$ 4,87
PRCURITIBA	RJRIODEJANEIRO	8	470"	R\$ 3,21
PRCURITIBA	RSPORTOALEGRE	1	36"	R\$ 0,59
	SCFLORIANOPOL			
PRCURITIBA	IS	643	88332"	R\$ 833,05
PRCURITIBA	SPSAOPAULO	9	1562"	R\$ 15,76
	SCFLORIANOPOL			
RJRIODEJANEIRO	IS	621	128958"	R\$ 1.341,31
	SPRIBEIRAOPRET			
RJRIODEJANEIRO	O	1	334"	R\$ 3,37
RJRIODEJANEIRO	SPSAOPAULO	12	1472"	R\$ 19,19
RSPORTOALEGRE	PRCURITIBA	1	13"	R\$ 0,53
RSPORTOALEGRE	RJRIODEJANEIRO	2	21"	R\$ 0,53
	SCFLORIANOPOL			
RSPORTOALEGRE	IS	434	84130"	R\$ 767,33
	SPRIBEIRAOPRET			
RSPORTOALEGRE	O	1	66"	R\$ 0,59
RSPORTOALEGRE	SPSAOPAULO	5	647"	R\$ 6,11
SCFLORIANOPOL				
IS	DFBRASILIA	296	45296"	R\$ 455,05
SCFLORIANOPOL	CEFORTALEZA	897	141686"	R\$ 1.459,00
SCFLORIANOPOL				
IS	PRCURITIBA	389	49035"	R\$ 466,85
SCFLORIANOPOL				
IS	RJRIODEJANEIRO	1338	188011"	R\$ 1.038,93
SCFLORIANOPOL				
IS	RSPORTOALEGRE	269	40216"	R\$ 407,30
SCFLORIANOPOL				
IS	SPRIBEIRAOPRET			
	O	249	31813"	R\$ 331,35
SCFLORIANOPOL				
IS	SPSAOPAULO	788	137449"	R\$ 1.382,69
SPRIBEIRAOPRET				
O	RJRIODEJANEIRO	2	33"	R\$ 1,24
SPRIBEIRAOPRET				
O	SCFLORIANOPOL			
	IS	324	42632"	R\$ 464,04
SPRIBEIRAOPRET				
O	SPSAOPAULO	8	3270"	R\$ 29,63
SPSAOPAULO	DFBRASILIA	1	31"	R\$ 0,62
SPSAOPAULO	PRCURITIBA	4	522"	R\$ 5,19
SPSAOPAULO	RJRIODEJANEIRO	10	1104"	R\$ 9,39
SPSAOPAULO	RSPORTOALEGRE	1	96"	R\$ 1,00
SPSAOPAULO	SCFLORIANOPOL	1079	192039"	R\$ 2.055,64

IS				
SPRIBEIRAOPRET				
SPSAOPAULO	O	6	736"	R\$ 7,39

Tabela 6 - Resultado do SQL do quadro 30 do mês de junho de 2008.

Na tabela seguinte consta a simulação de todas as chamadas feitas, em segundos, de ramais para ramais de outro site, realizadas no mês de julho e manipuladas para serem tarifadas como se tivessem saído pelo link TDM de sua respectiva unidade.

O SQL utilizado para obter os dados da tabela a seguir é o mesmo mencionado na tabela 6, alterando somente o período de pesquisa.

SITE	SITE_DESTINO	OTD_CHAMAD	DURAÇÃO_CHAMA	VALOR_CHAMA
		A	DA	DA
CEFORTALEZA	DFBRASILIA	8	695	R\$ 9,09
CEFORTALEZA	PRCURITIBA	1	289	R\$ 2,93
CEFORTALEZA	RJRIODEJANEIRO	30	4677	R\$ 50,43
CEFORTALEZA	SCFLORIANOPOLIS	717	106541	R\$ 1.107,23
CEFORTALEZA	SPRIBEIRAOPRET	4	122	R\$ 2,36
CEFORTALEZA	SPSAOPAULO	6	100	R\$ 3,36
DFBRASILIA	RJRIODEJANEIRO	11	1122	R\$ 1,24
DFBRASILIA	SCFLORIANOPOLIS	374	52553	R\$ 551,19
DFBRASILIA	SPRIBEIRAOPRET	1	85	R\$ 0,89
DFBRASILIA	SPSAOPAULO	1	63	R\$ 0,65
PRCURITIBA	RJRIODEJANEIRO	2	10	R\$ 0,59
PRCURITIBA	SCFLORIANOPOLIS	457	64659	R\$ 618,18
PRCURITIBA	SPRIBEIRAOPRET	1	34	R\$ 0,59
PRCURITIBA	SPSAOPAULO	5	203	R\$ 2,90
RJRIODEJANEIRO	PRCURITIBA	1	16	R\$ 0,60
RJRIODEJANEIRO	SCFLORIANOPOLIS	519	106578	R\$ 1.117,79
RJRIODEJANEIRO	SPSAOPAULO	2	13	R\$ 1,20
RSPORTOALEGRE	DFBRASILIA	1	1085	R\$ 9,71
RSPORTOALEGRE	SCFLORIANOPOLIS	403	80934	R\$ 745,62
RSPORTOALEGRE	SPSAOPAULO	2	722	R\$ 6,49
SCFLORIANOPOLIS	DFBRASILIA	401	77626	R\$ 743,36
SCFLORIANOPOLIS	CEFORTALEZA	717	106541	R\$ 1.107,23
SCFLORIANOPOLIS	PRCURITIBA	281	42657	R\$ 397,94
SCFLORIANOPOLIS	RJRIODEJANEIRO	1228	186754	R\$ 1.261,95
SCFLORIANOPOLIS	RSPORTOALEGRE	331	56920	R\$ 579,10
SCFLORIANOPOLIS	SPRIBEIRAOPRET	271	40616	R\$ 406,88
SCFLORIANOPOLIS	SPSAOPAULO	863	149948	R\$ 1.522,32
SPRIBEIRAOPRETO	SCFLORIANOPOLIS	385	70063	R\$ 748,68
SPRIBEIRAOPRETO	SPSAOPAULO	8	2371	R\$ 21,21
SPSAOPAULO	DFBRASILIA	1	174	R\$ 1,81
SPSAOPAULO	PRCURITIBA	3	209	R\$ 2,43
SPSAOPAULO	RJRIODEJANEIRO	13	1310	R\$ 1,86

SPSAOPAULO	RSPORTOALEGRE	3	202	R\$ 2,36
SPSAOPAULO	SCFLORIANOPOLIS	1239	215697	R\$ 2.301,48
SPSAOPAULO	SPRIBEIRAOPRET O	30	8433	R\$ 76,37

Tabela 7 - Resultado do SQL do quadro 30 do mês de julho de2008.

9 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Neste capítulo será apresentado o resultado da análise das ligações e das simulações realizadas na amostra disponibilizada pela empresa do estudo de caso. Essa amostra contempla a análise de ligações num período de dois meses, de junho e julho de 2008.

A análise dos resultados foi realizada em quatro etapas:

- Chamadas que foram até as filiais pela rede corporativa e saíram pela rede pública, pagando somente tarifa local. Foram simuladas essas mesmas chamadas saindo pelo link TDM da matriz para o destino, como se fossem chamadas DDD.
- Chamadas que foram feitas de ramais para ramais entre as filiais, que têm o custo zero. Foram simuladas essas mesmas chamadas saindo pelo link TDM da matriz para o destino, como se fosse uma chamada DDD.
- Custos mensais para manter a estrutura e investimento para aquisição da solução VoIP.
- Pay back, tempo entre o investimento inicial e o retorno desse investimento.

9.1 CHAMADAS QUE FORAM PELA REDE CORPORATIVA E A SIMULAÇÃO DESSAS CHAMADAS SAINDO PELO LINK TDM

Neste subcapítulo será apresentado o resultado da economia obtida com as chamadas através da rede corporativa, saindo pelas filiais e pagando o custo de uma ligação local. Além disso, mostrará a comparação dessas mesmas chamadas saindo pelo link TDM da matriz.

9.1.1 Resultados das chamadas feitas pela rede corporativa e que saíram pelas filiais pagando uma tarifa local

Conforme análise dos dados feita no capítulo anterior, será apresentado a seguir o resultado desta análise dos dois meses avaliados nesta amostra. Na tabela 8 e no gráfico 1, a seguir, consta a quantidade de chamadas, a duração em horas, e o valor total das chamadas dos meses de junho e julho, que foram encaminhadas através da rede corporativa para os sites remotos e saíram no destino pelo link TDM das filiais, pagando uma tarifa local.

MÊS	QTD. CHAMADAS	DURAÇÃO CHAMADAS (horas)	VALOR CHAMADAS
Junho	12418	17772,24	R\$ 5.024,77
Julho	13142	19223,49	R\$ 5.307,12

Tabela 8 - Valores das chamadas que utilizaram VoIP e pagaram tarifas locais.

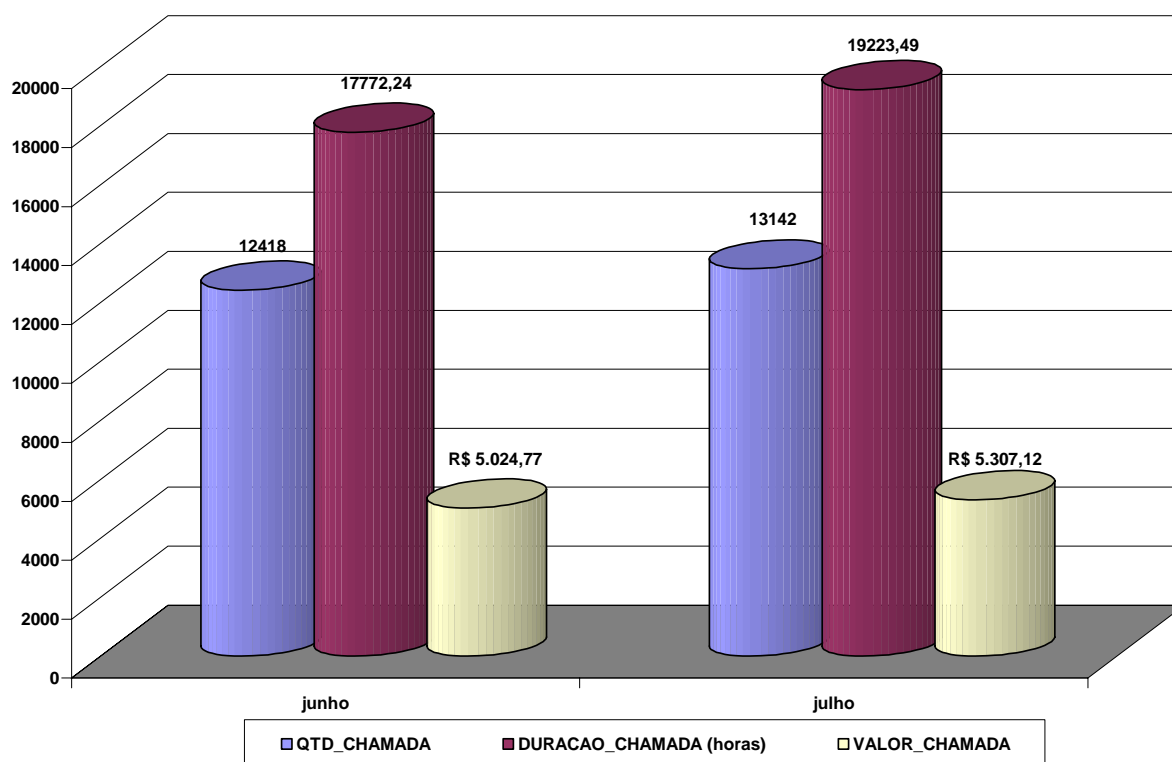


Gráfico 1 - Valores das chamadas que utilizaram VoIP e pagaram tarifas locais.

9.1.2 Resultados da simulação das mesmas chamadas feitas através da rede corporativa saindo pelo link TDM da matriz

Através da análise dos dados e simulação feitas no capítulo anterior, será apresentado na tabela e no gráfico a seguir o resultado das mesmas chamadas feitas pela rede corporativa, agora saindo pelo link TDM da matriz pagando tarifas DDD.

MÊS	QTD. CHAMADAS	DURAÇÃO CHAMADAS (horas)	VALOR CHAMADAS
Junho	12418	17772,24	R\$ 26.317,07
Julho	13142	19223,49	R\$ 28.004,84

Tabela 9 - Valores das chamadas saindo pela rede TDM.

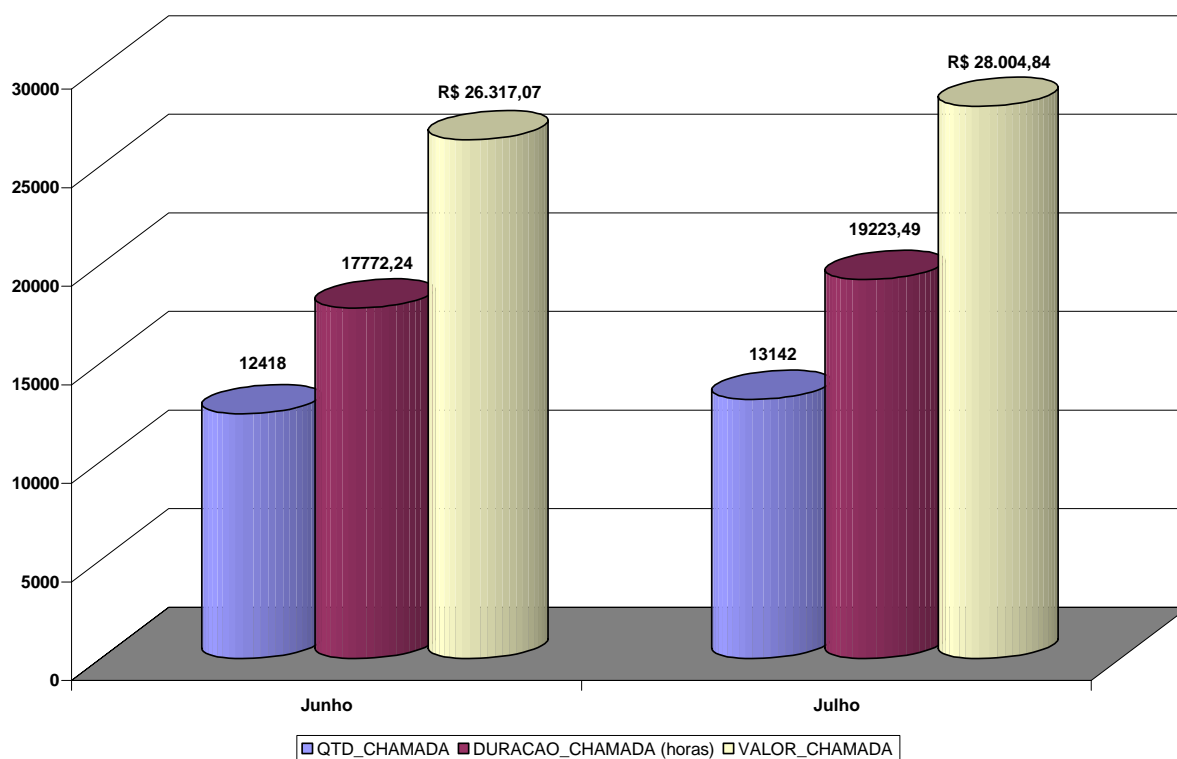


Gráfico 2 - Valores das chamadas saindo pela rede TDM.

9.1.3 Resultado da comparação dos custos das ligações via rede corporativa com a simulação das chamadas através do link TDM

Através da análise realizada, será apresentado na tabela 10 e nos gráficos 3 e 4 o comparativo dos custos das chamadas via rede corporativa com os custos das chamadas simuladas via link TDM. Com esse comparativo é possível visualizar a redução de custo obtida pela empresa pesquisada com a implantação da rede corporativa.

MÊS	CHAMADAS VoIP	CHAMADAS TDM	ECONOMIA NA UTILIZAÇÃO VoIP
<i>Junho</i>	R\$ 5.024,77	R\$ 26.317,07	R\$ 21.292,30
<i>Julho</i>	R\$ 5.307,12	R\$ 28.004,84	R\$ 22.697,72

Tabela 10 - Comparação dos custos VoIP com TDM e a economia.

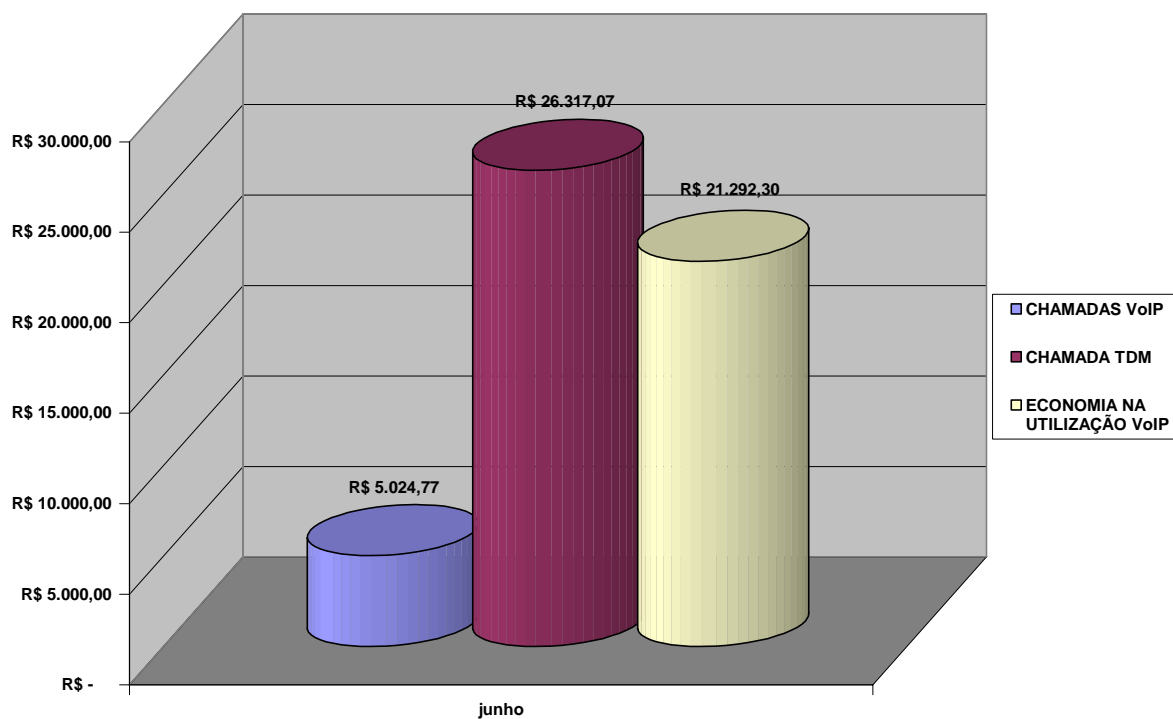


Gráfico 3 - Comparação dos custos VoIP com TDM e a economia do mês de junho.

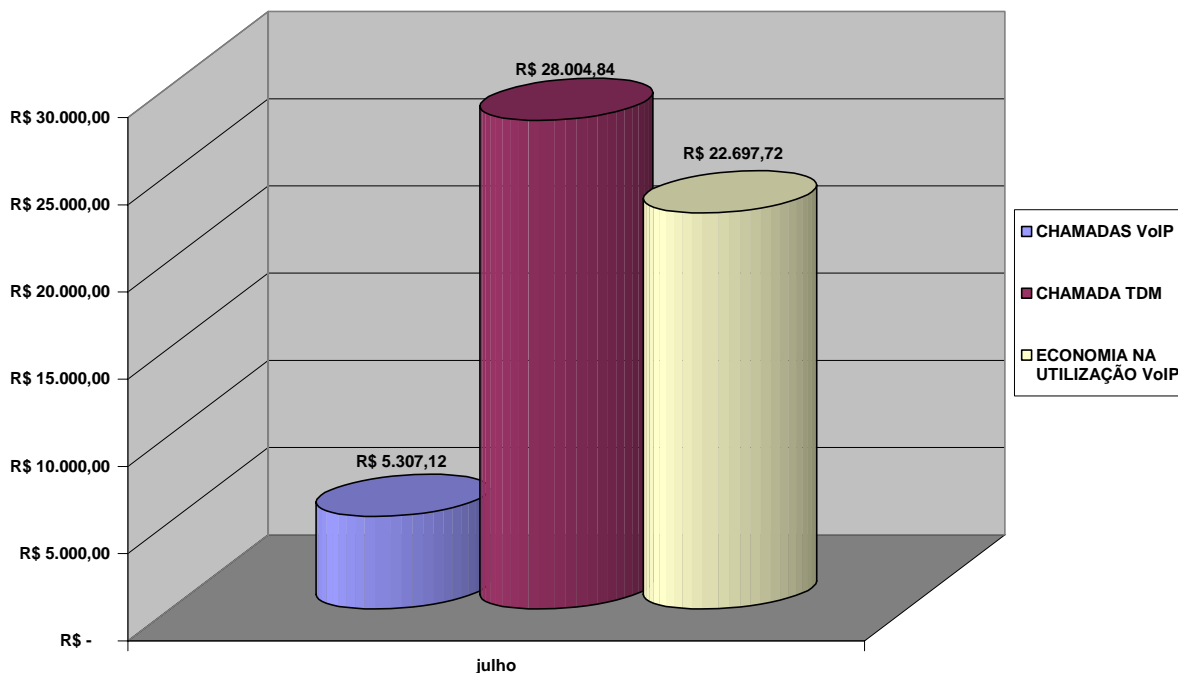


Gráfico 4 - Comparação dos custos VoIP com TDM e a economia do mês de julho.

9.2 CHAMADAS QUE FORAM FEITAS DE RAMAIS PARA RAMAIS ENTRE AS FILIAIS COM CUSTO ZERO

Conforme informações repassadas pela empresa, com a implementação da tecnologia VoIP constatou-se um aumento na comunicação interna entre os ramais de sites diferentes pelo motivo único de não ter custos adicionais à empresa.

No subcapítulo 8.3, foram analisadas as chamadas de ramais para ramais entre as filiais e simuladas essas mesmas chamadas saindo pelo link TDM de cada site como se fosse ligação DDD. Com o resultado obtido é possível concluir que a empresa antes da implantação da tecnologia VoIP tinha um custo elevado de ligações e restrição no tempo de comunicação entre suas filiais e matriz. A seguir, é apresentado o resultado dos custos dos dois meses analisados se as chamadas tivessem saído pela rede TDM.

MÊS	QTD. CHAMADA	DURAÇÃO CHAMADA	VALOR CHAMADA
Junho	7810	10245,15	R\$ 11.626,69
Julho	7603	10612,34	R\$ 12.300,79

Tabela 11 - Simulação dos valores das chamadas entre ramais via TDM.

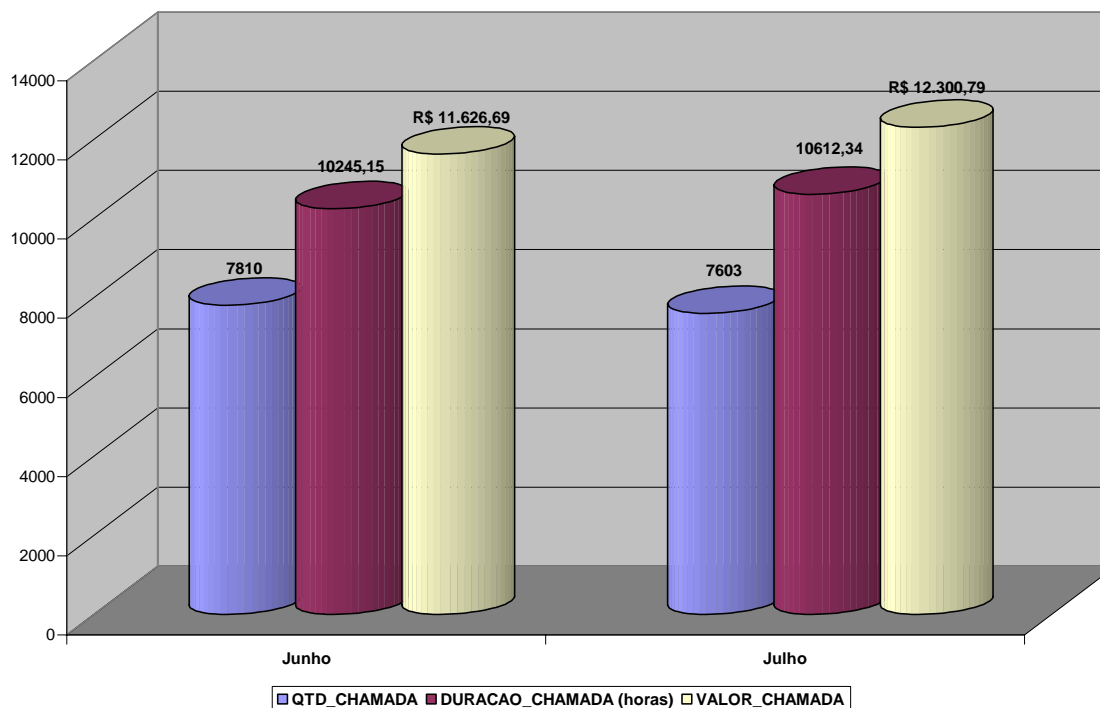


Gráfico 5 - Simulação dos valores das chamadas entre ramais via TDM.

9.3 CUSTOS MENSAIS PARA MANTER A ESTRUTURA E O INVESTIMENTO PARA AQUISIÇÃO DA SOLUÇÃO VOIP

Neste subcapítulo, será apresentado o investimento realizado pela empresa para implantação da solução VoIP, os custos mensais de manutenção e a análise da ocupação do link de Internet, na qual é compartilhada para comunicação de dados e a comunicação de voz.

9.3.1 Investimento inicial realizado pela empresa

Com base no levantamento de dados realizados nesse projeto, foi possível, junto à empresa pesquisada, levantar os custos do investimento realizado em cada filial e na matriz. Nos valores apresentados na tabela a seguir e representados no gráfico 8, já está incluso o valor dos equipamentos e os valores de implantação da solução.

SITES	INVESTIMENTOS
Florianópolis	R\$ 310.427,99
São Paulo	R\$ 56.617,59
Rio de Janeiro	R\$ 31.338,90
Brasília	R\$ 32.418,62
Recife	R\$ 26.101,31
Curitiba	R\$ 34.050,60
Ribeirão Preto	R\$ 34.050,62
Fortaleza	R\$ 28.931,43
Porto Alegre	R\$ 39.167,08
Total	R\$ 593.104,14

Tabela 12 - Investimento em equipamentos.

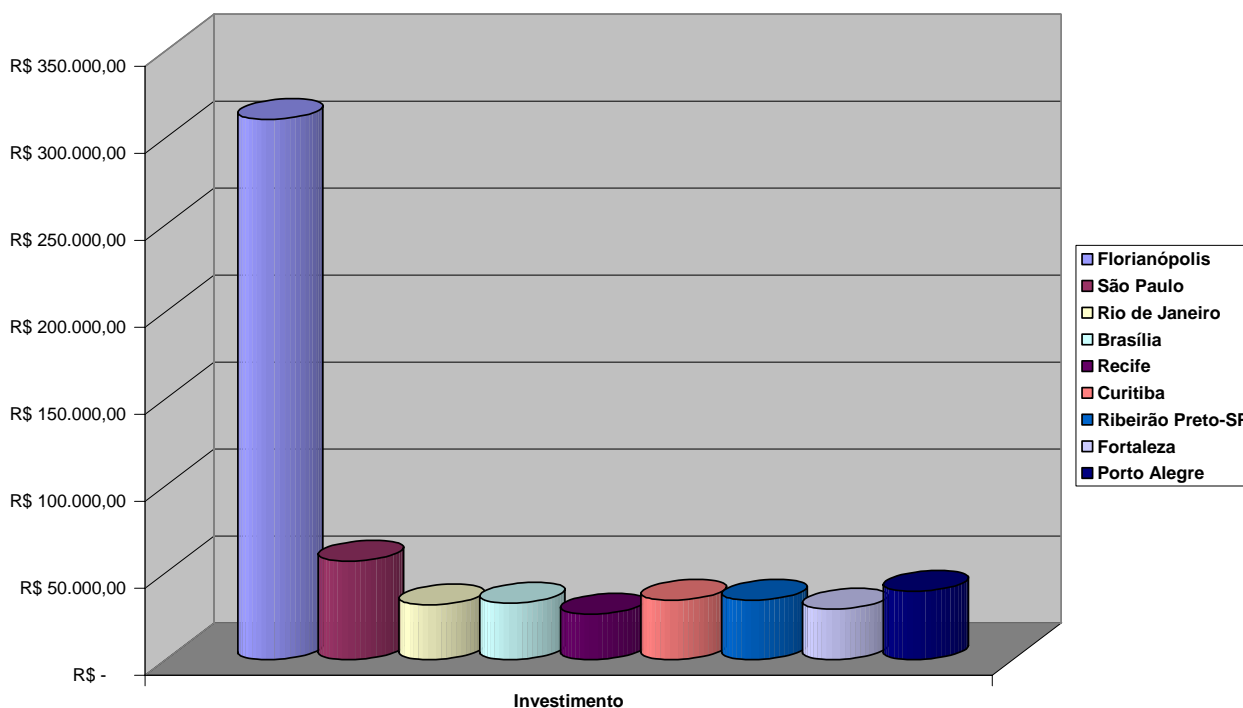


Gráfico 6 - Investimento em equipamentos.

9.3.2 Custo mensal com a solução VoIP

Os custos mensais para manter essa solução funcionando estão apresentados na tabela 13 no gráfico 7 a seguir. Nos valores estão agregadas outras soluções, como *call center*, utilização do *link* para comunicação de dados. Esses valores também serão pagos com a economia obtida devido à utilização da tecnologia VoIP. O contrato de manutenção é referente ao custo de manutenção mensal que a empresa estabeleceu para manter a comunicação corporativa e os PABXs em funcionamento.

CUSTOS MENSAIS	VALORES
Link Internet Matriz	R\$ 6.000,00
Links Internet Filiais	R\$ 4.000,00
Contrato de Manutenção	R\$ 3.000,00
Total	R\$ 13.000,00

Tabela 13 - Gastos mensais.

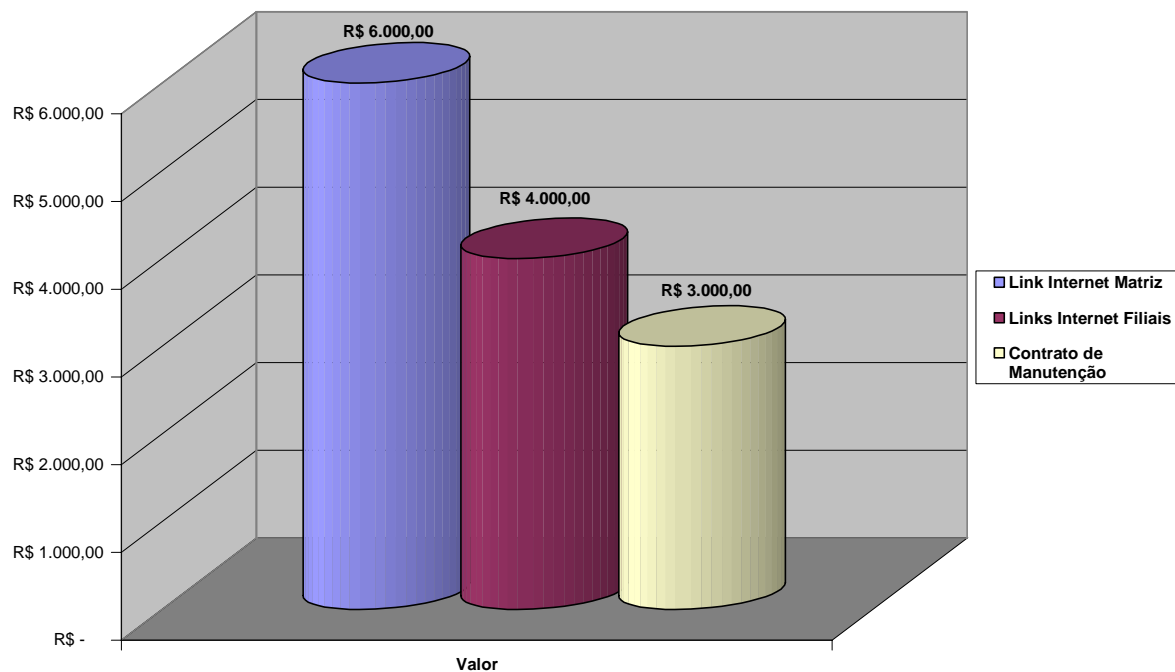


Gráfico 7 - Gastos Mensais.

9.3.3 Ocupação do link Internet

Hoje, a Dígito paga uma mensalidade para a utilização de um link de 8Mbps no site da matriz, sendo que só 19,35% do link é utilizado pela facilidade VoIP e os outros 80,64% são utilizados para dados. Chegou-se a essa porcentagem considerando que os 30 CODECs de voz utilizados no site da matriz para a comunicação VoIP utiliza o padrão G.711. Segundo Colcher et al (2005) esse padrão de CODEC utiliza 64Kbps por CODEC, totalizando a banda de 1,92Kbps para utilização do VoIP. No gráfico seguinte é representada essa ocupação.

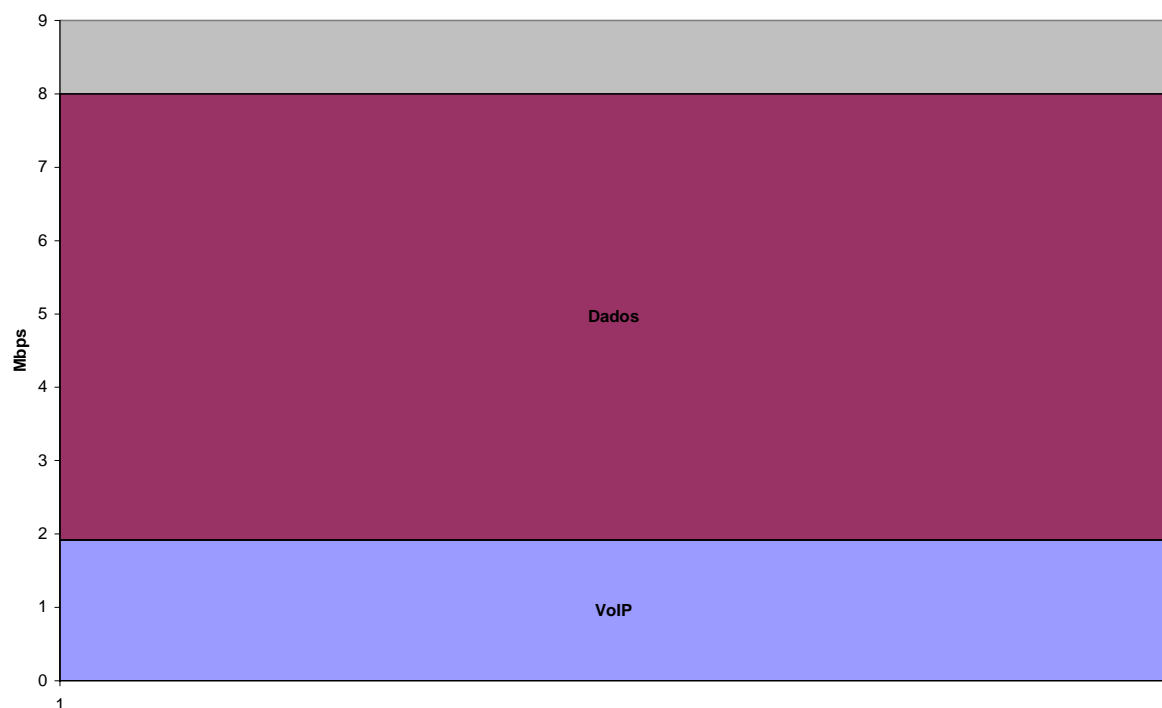


Gráfico 8 - Ocupação do link.

9.4 TEMPO EM QUE A EMPRESA TERÁ O RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO

A empresa pesquisada realizou um investimento inicial conforme apresentado no subcapítulo 9.3.1, com o objetivo atingir o retorno com a utilização da solução VoIP para pagar esse investimento. Com a análise dos dados de ligação nos dois meses avaliados e com os valores de investimento e custos mensais disponibilizados, foi possível chegar ao tempo de pay back, ou seja, o tempo que foi pago o investimento..

Para se chegar a esse tempo para aquisição dos equipamentos, subtraiu-se da média da economia mensal com ligações, conforme tabela 14, os gastos mensais com a estrutura conforme tabela 13. E, em seguida, dividiu-se o investimento total feito para aquisição em equipamentos, conforme tabela 12, pelo resultado da subtração da tabela 14 pela tabela 12.

Assim, chegou-se ao resultado de 30 meses para recuperar o investimento feito para a aquisição dos equipamentos. O primeiro mês de utilização da solução VoIP não é considerado na economia.

MÉDIA DA ECONOMIA DE LIGAÇÕES EXTERNAS	MÉDIA DA ECONOMIA DE LIGAÇÕES DE RAMAIS	MÉDIA DA ECONOMIA MENSAL COM LIGAÇÕES
R\$ 21.995,01	R\$ 11.963,74	R\$ 33.958,75

Tabela 14 – Média da economia com ligações externas, de ramais e o total dessa economia.

A empresa entrevistada já utiliza VoIP desde 2002, sendo assim, a mesma já recuperou o valor investido. Na tabela 15 é apresentado o tempo do pay back, o tempo total de utilização do VoIP, desde a implantação, e a economia acumulada a partir do trigésimo mês até o momento. A economia acumulada até esse momento é de R\$881.967,11 e esse acúmulo é representado no gráfico 9.

TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	TEMPO DA UTILIZAÇÃO DO VoIP	VALOR DA ECONOMIA
30 meses	72 meses	R\$ 881.967,11

Tabela 15 - Tempo de retorno.

O gráfico 9 a seguir representa o pay back, o investimento inicial, o ponto zero do retorno obtido com a solução e o valor acumulado até o momento.

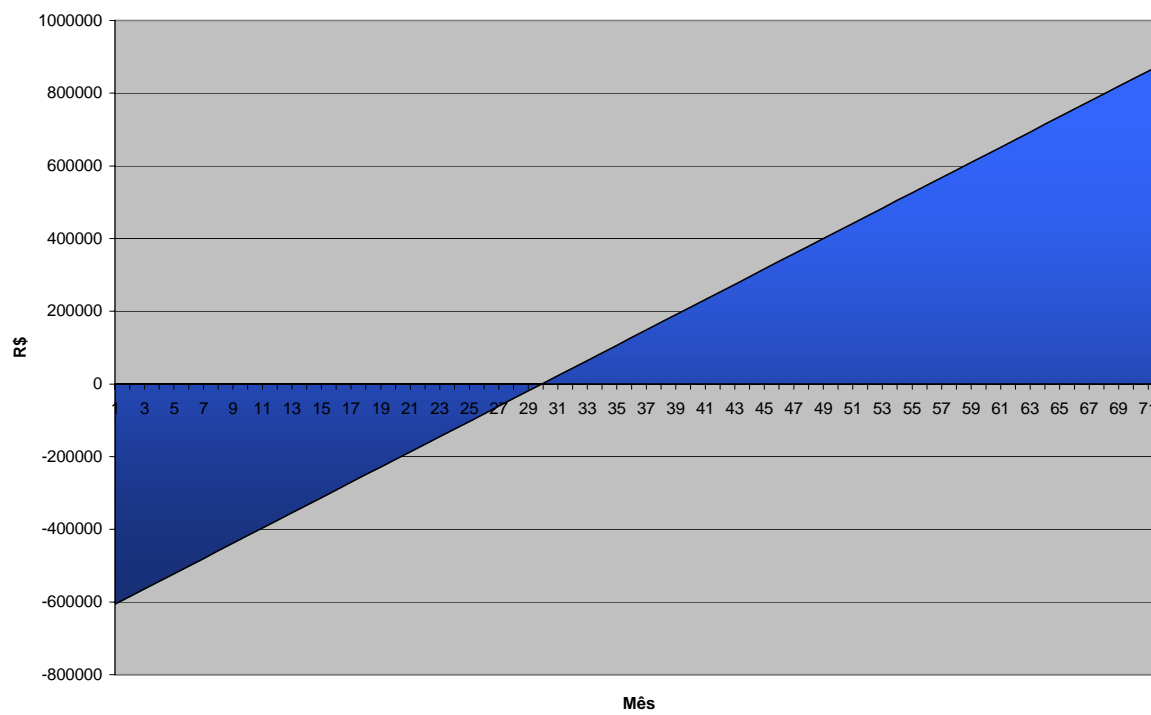


Gráfico 9 - Retorno do Investimento e a economia já obtida.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo o projeto foi desenvolvido com o objetivo de apresentar a viabilidade da utilização das redes convergentes, focando, principalmente, no seu benefício que é a redução de custo. Além disso, o estudo de caso realizado poderá ser utilizado como documentação de pesquisa e ainda despertar outros modelos de estudos de mercado.

Neste último capítulo serão apresentadas as conclusões e as recomendações expostas a seguir.

10.1 CONCLUSÃO

Durante toda a busca e análise dos dados, novas informações e conceitos foram sendo discutidos e aprimorados, e, a cada etapa do projeto, foi possível agregar novos conhecimentos. Esses conhecimentos e desafios serviram não somente como apoio para o alcance dos objetivos do projeto, mas também para os pesquisadores se sentirem estimulados para alcançar o resultado final.

Os capítulos teóricos desenvolvidos serviram para assimilação de conceitos que foram identificados na prática no estudo realizado. A empresa pesquisada proporcionou na prática um estudo amplo de toda a teoria estudada, sendo possível estudar os modelos de plataformas utilizadas pela empresa e as características de cada plataforma utilizada na rede VoIP e na comunicação com as operadoras TDM. As plataformas instaladas disponibilizam recursos de *hardware* e *software* altamente atualizados, proporcionando facilidades e benefícios na utilização da solução de roteamento de chamadas entre as filiais.

No modelo de roteamento de chamada utilizado pela empresa, não se utilizam todos os recursos de roteamento possíveis. Atualmente a empresa possui regra de roteamento somente da matriz para as filiais, pois esse é o maior fluxo de chamadas e representa o maior custo de telefonia da empresa. As filiais não possuem roteamento de chamadas através da rede VoIP, somente ligações entre ramais das filiais e da matriz.

Ao utilizar a regra de roteamento apresentado nesse projeto, a empresa economiza com as ligações via VoIP em média 80%, comparando se estas mesmas ligações saíssem pelo *link* TDM. O *link* de internet é compartilhado com a rede VoIP que ocupa 19,35% da banda total, utilizando o CODEC G.711.

O resultado encontrado com a implantação do VoIP na empresa, no ano de 2002, considerando a matriz e as sete filiais, foi dentro da expectativa. Através desse estudo, conclui-se que é viável a utilização da tecnologia VoIP para a redução de custo de telefonia nas empresas. Conforme a prospecção feita no estudo de caso, o investimento feito para a aquisição da tecnologia foi pago em 30 meses e, hoje, acumula uma economia de R\$ 881.967,11, sendo que a economia adquirida com a implementação da tecnologia VoIP possibilita investimentos e gastos mensais com outras facilidades.

10.2 TRABALHOS FUTUROS

Considera-se que este projeto contribuiu para uma melhor compreensão dos processos envolvidos em uma rede convergente, assim como as principais regras que as empresas devem ter para melhor explorar as vantagens que esta solução pode proporcionar como retorno financeiro. A seguir serão destacadas algumas recomendações para a continuação de trabalhos futuros:

- Realizar um mesmo modelo de estudo em uma empresa privada com outro segmento de mercado.
- Realizar um estudo em uma empresa pública que utiliza redes convergentes.
- Explorar a utilização de soluções VoIP no mercado para os usuários de internet, como por exemplo: Skype, Vono e *Softphone*.
- Realizar um estudo sobre as operadoras VoIP disponíveis no mercado e como elas concentram o tráfego de Voz sobre IP.
- Estudar um modelo de gestão para melhor explorar os recursos que as soluções VoIP podem proporcionar para as empresas.

- Avaliar a viabilidade de desenvolver uma ferramenta de gestão para o controle do tráfego da rede convergente.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Marcelo S. **Telefonia digital**. 4. ed. São Paulo: Érica, 1998.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

COLCHER, Sérgio et al. **VoIP: Voz sobre IP**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

DÍGITRO TECNOLOGIA. **A Dígitro**. Florianópolis, 2008d. Disponível em:
<http://www.digitro.com/pt/a-digitro_perfil.php> . Acessado em: 30 Ago. 2008.

DÍGITRO TECNOLOGIA. **Diagrama em bloco: rede corporativa**. Versão A. Florianópolis, 2005. Folha 1 de 1.

DÍGITRO TECNOLOGIA. **Diagrama em bloco: Diagrama de rede corporativa**. Versão A. Florianópolis, 2008e. Folha 1 de 1.

DÍGITRO TECNOLOGIA. **PABX Dígitro**. Florianópolis, 2008a. Disponível em:
<http://www.digitro.com/pt/solucoes_pabx.php>. Acesso em: 29 Abr. 2008.

DÍGITRO TECNOLOGIA. **Rota Econômica**. Florianópolis, 2008b. Disponível em:
<http://www.digitro.com/pt/solucoes_pabx_rota-economica.php>. Acesso em: 28 jun. 2008

DÍGITRO TECNOLOGIA. **VoIP Dígitro**. Florianópolis, 2008c. Disponível em:
<<http://www.portaldigitro.com.br/pt/>>. Acesso em: 29 Mar. 2008.

DÍGITRO TECNOLOGIA. Manual de qualidade. Florianópolis, 2007a. Edição 20.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

INTERNEXT. **Diferença entre VOIP e telefonia IP**. Manaus, 2008. Disponível em: http://www.internext.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=128> Acessado em: 27 Set.2008.

LIMA, Almir Wirter J. **Telecomunicações modernas**. 2. ed, Rio de Janeiro: Book Express, 2001.

MORAES, Cleber. A arrancada competitiva da Avaya. **Banco Hoje**. São Paulo, n. 216. pág. 30-34, set. 2007.

PAVANI, Luana. Alô com resultados. **Info Corporate**, São Paulo, n. 32. pág. 28-39, mai. 2006.

SERGIO COCHER... [et al]. **VoIP - Voz sobre IP**. Rio de Janeiro, 2005.

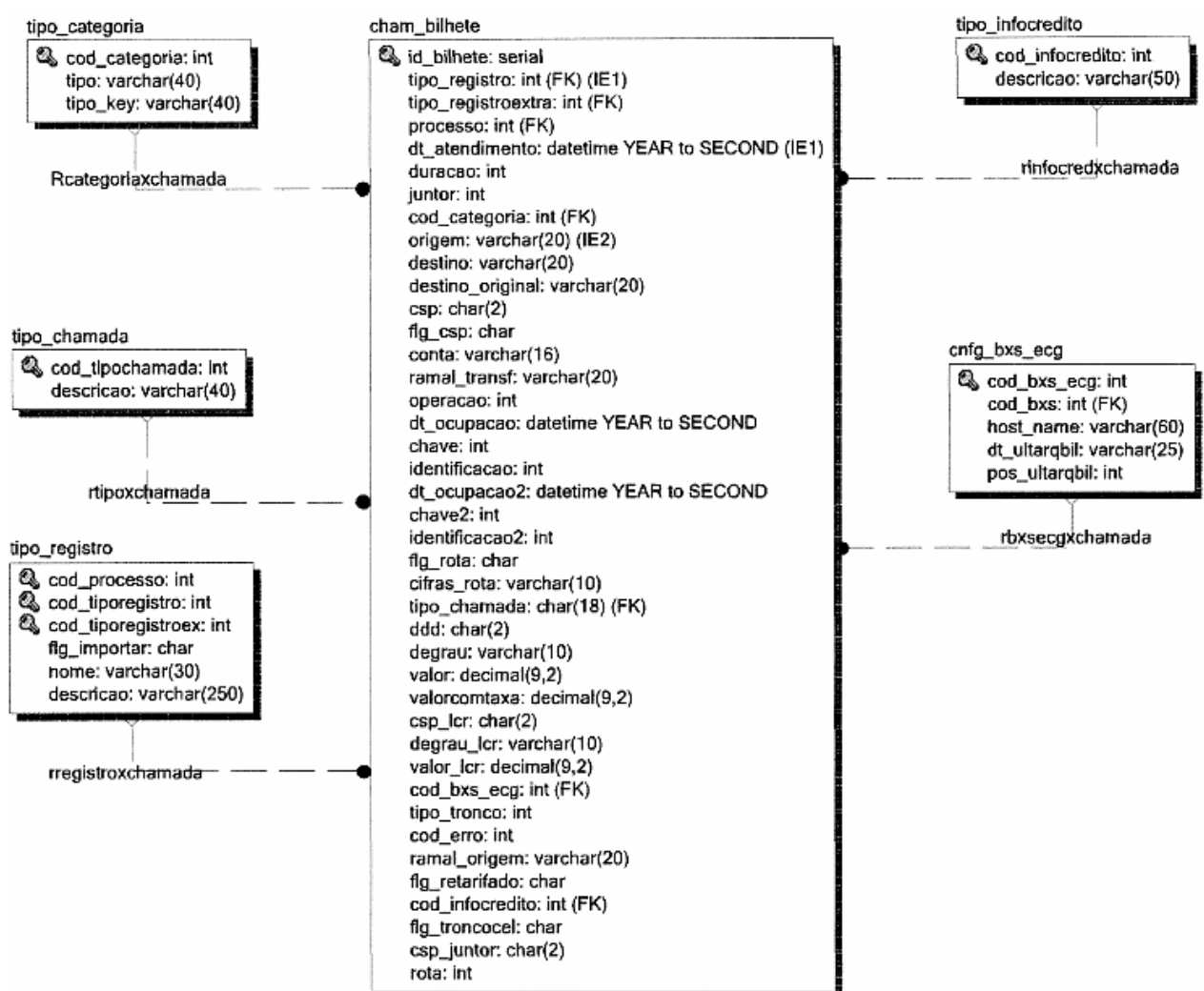
TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Tradutor: Vandenberg D. de Souza. 8ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

TED. **Tecnologia do Dia**. Disponível em: <http://tecnologiaemdia.blogspot.com/2007/09/tutorial-multiplexao-tdm-e-fdm.html>>. Acesso em 18 Out. 2008.

ANEXOS

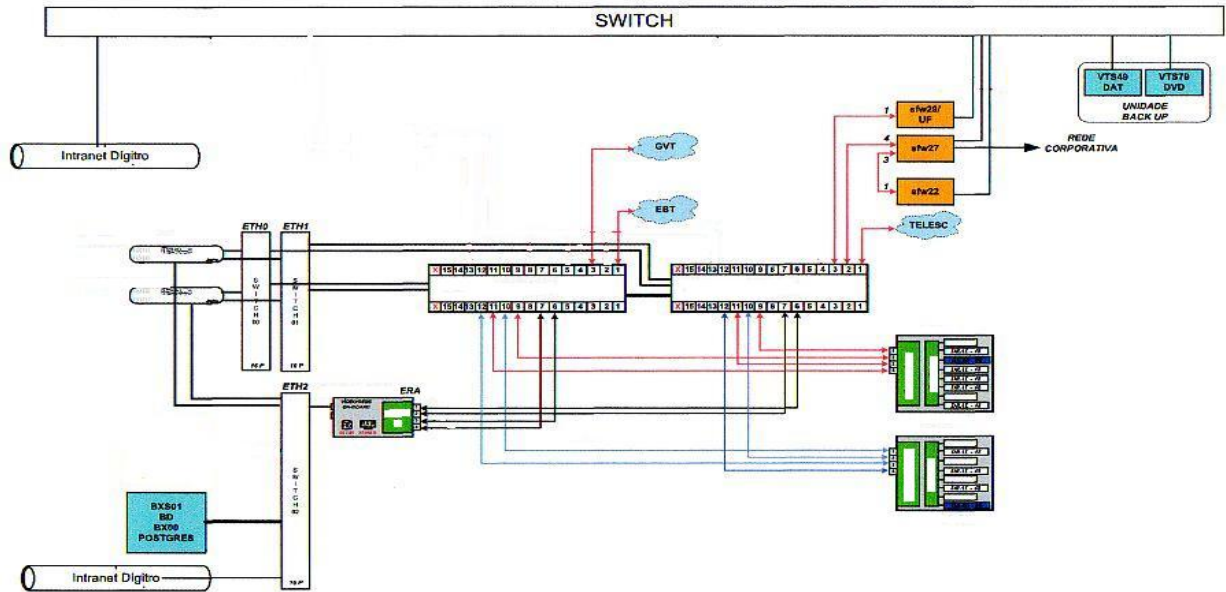
ANEXO 1

MODELO FÍSICO DA TABELA DE CHAMADAS DA BASE DE DADOS DO TARIFADOR.



ANEXO 2

DIAGRAMA EM BLOCO DO PABX DA MATRIZ.

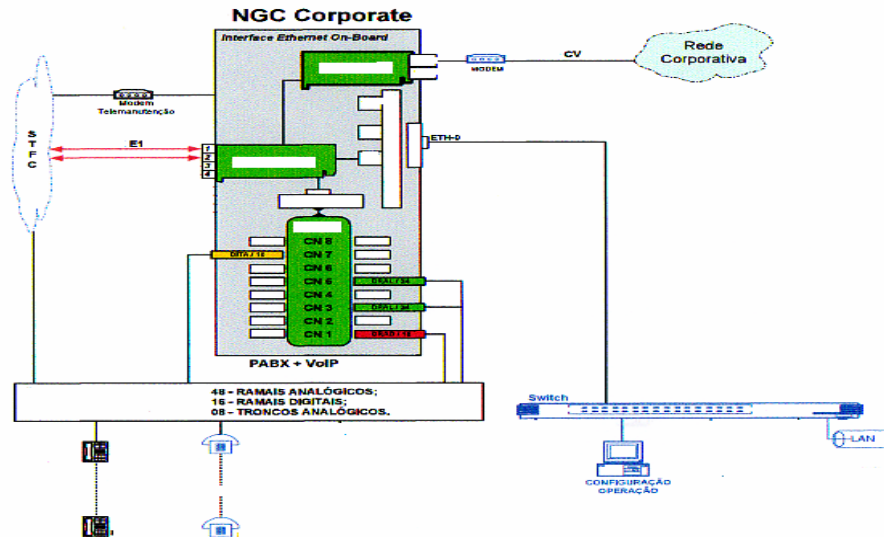


Notas:

- Sala Servidores
- Sala Telecom

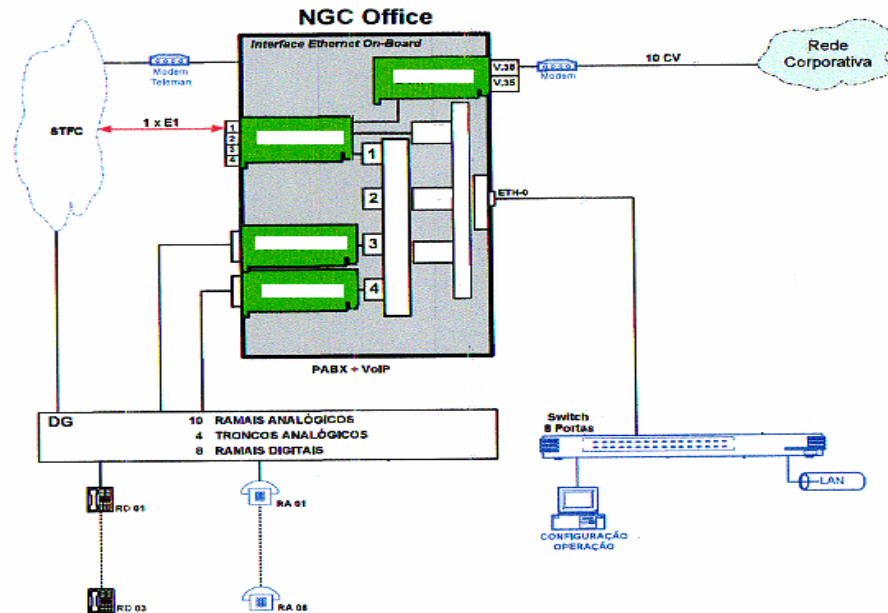
ANEXO 3

EQUIPAMENTO DA FILIAL DE SÃO PAULO



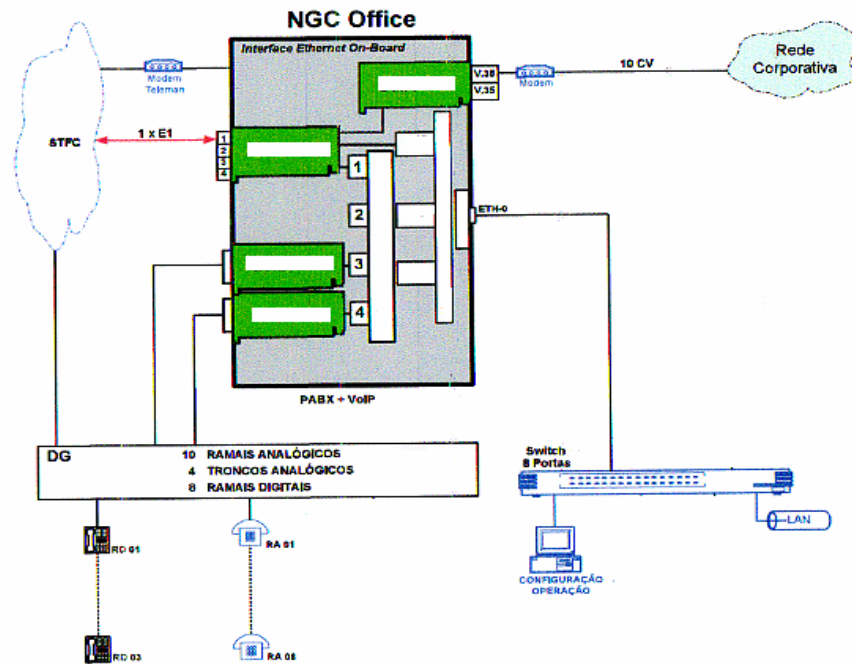
ANEXO 4

EQUIPAMENTO DA FILIAL DO RIO DE JANEIRO



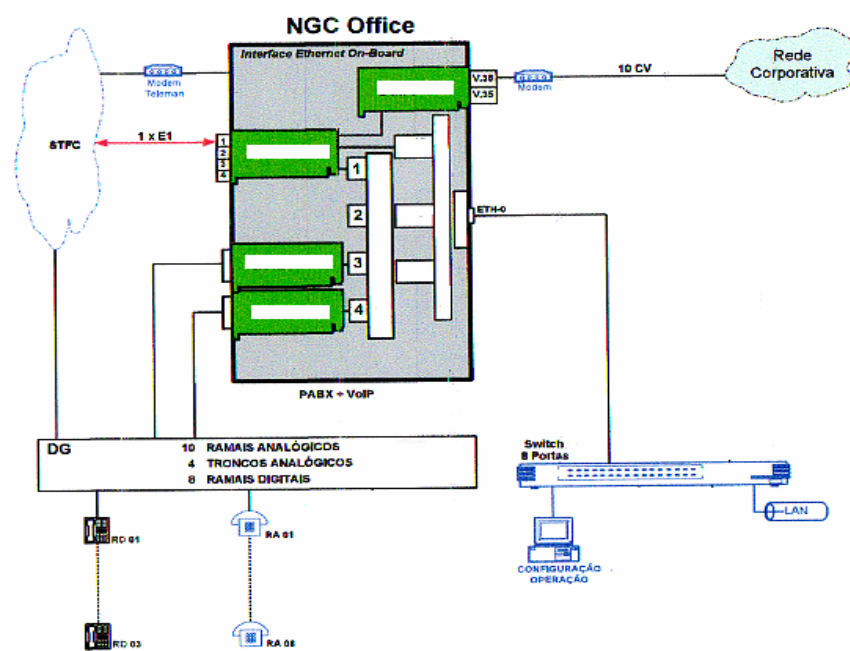
ANEXO 5

EQUIPAMENTO DA FILIAL DE BRASÍLIA



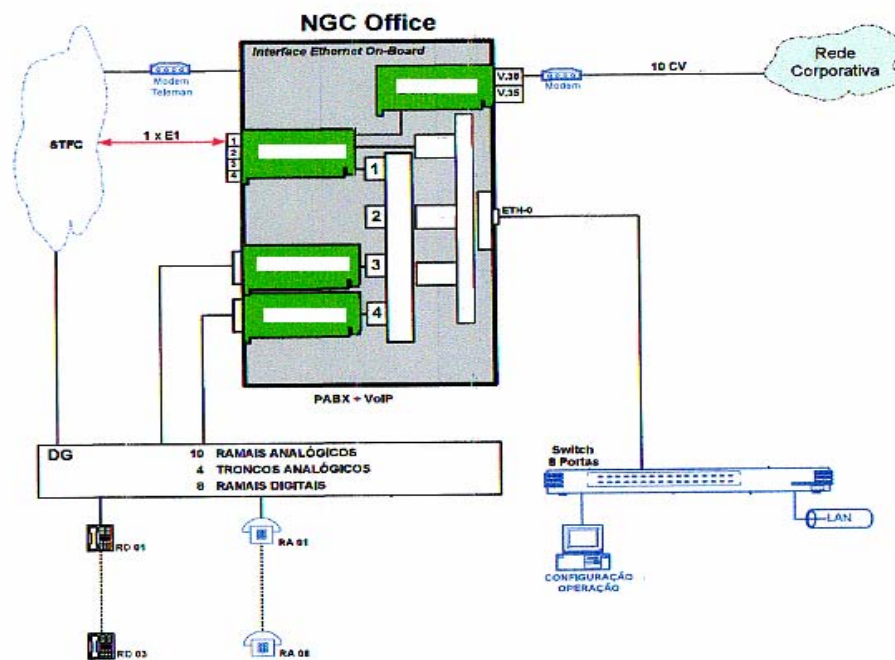
ANEXO 6

EQUIPAMENTO DA FILIAL DE RECIFE



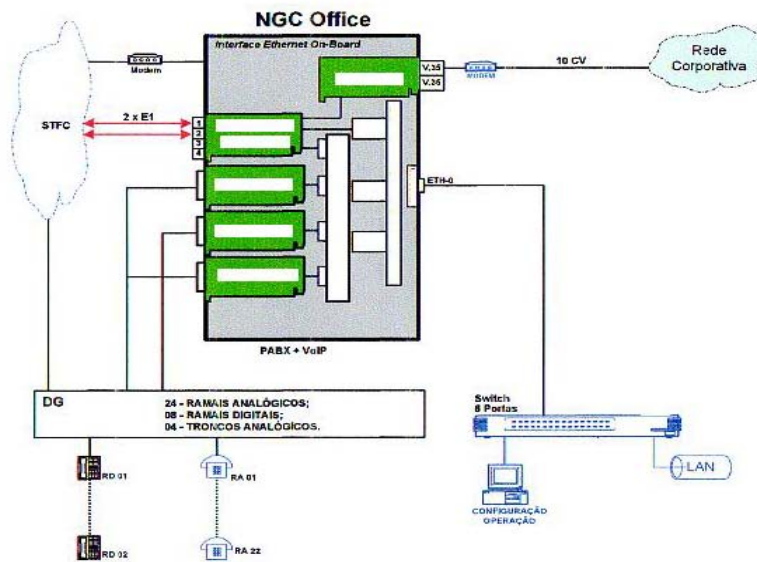
ANEXO 7

EQUIPAMENTO DA FILIAL DE CURITIBA



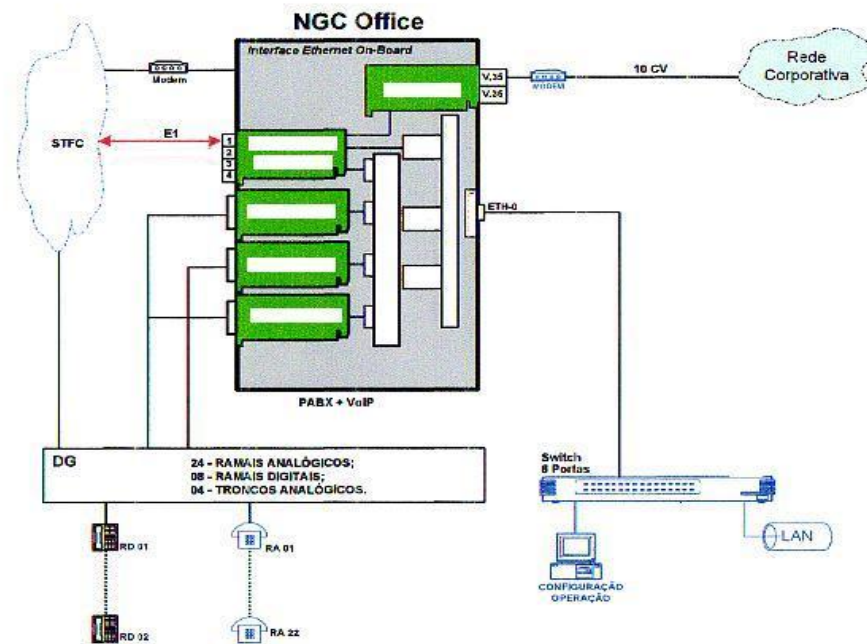
ANEXO 8

EQUIPAMENTO DA FILIAL DE RIBEIRÃO PRETO



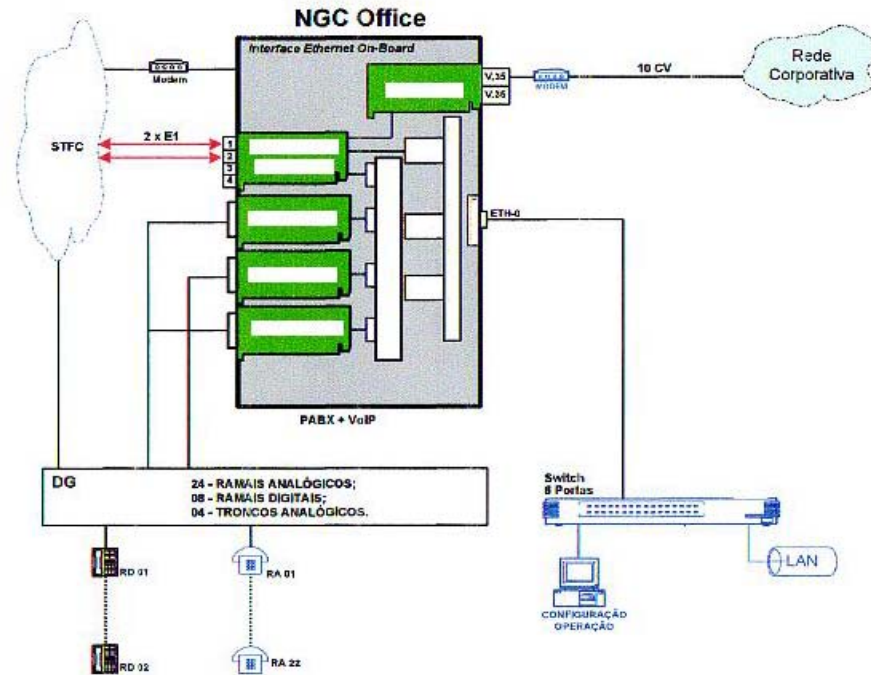
ANEXO 9

EQUIPAMENTO DA FILIAL DE FORTALEZA



ANEXO 10

EQUIPAMENTO DA FILIAL DE PORTO ALEGRE



APÊNDICE

APÊNDICE 1

ROTEIRO UTILIZADO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS NA EMPRESA PARA O ESTUDO DE CASO.

- Nome da empresa
- Histórico da empresa e segmento de mercado
- Quantidade de sites que a empresa possui em sua rede corporativa
- Quantidade de chamadas entre os sites nos meses utilizados como amostra
- Quantidade de chamadas saíntes por outro site utilizando a rede corporativa
- Nível de aceitação pela empresa na utilização da solução VoIP
- Qual a taxa de utilização do link de internet para o VoIP e para dados
- Quantidade de canais de VoIP em cada site
- Utiliza-se interface IP como ramal IP, Softphone e ATA
- Quantidade de link E1 em cada site
- Operadoras TDM em cada site
- Valor de link TDM e link de dados
- Quantidade de ramais em cada site
- Regras de roteamento de chamadas utilizada pela empresa
- Valor de equipamentos
- Software utilizado para tarifação das chamadas
- Base de dados utilizada no tarifador
- Equipamentos foram comprados ou locados