



INSTITUTO SUPERIOR DE TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

**PROJECTO DA REDE VoIP E WIRELESS PARA A SUCURSAL DA MCEL EM
QUELIMANE**

AUTOR:

ANSELMO JORGE MABJECA

Projecto Final do Curso

LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

Supervisor:

ENGº. ANÍBAL FAIANE

Departamento das Tecnologias de Informação e Comunicação

Maio de 2015



INSTITUTO SUPERIOR DE TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

**PROJECTO DA REDE VoIP E WIRELESS PARA A SUCURSAL DA MCEL EM
QUELIMANE**

AUTOR:

ANSELMO JORGE MABJECA

Projecto Final do Curso

LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE TELECOMUNICAÇÕES

Supervisor:

ENGº. ANÍBAL FAIANE

Departamento das Tecnologias de Informação e Comunicação

Maio 2015



**PROJECTO DA REDE VoIP E WIRELESS PARA A SUCURSAL DA
MCEL EM QUELIMANE**

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
DEDICATÓRIA	V
DECLARAÇÃO DE HONRA	VI
ÍNDICE DE TABELAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
LISTA DAS ABREVIATURAS UTILIZADAS	X
RESUMO.....	XI
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICAÇÃO DO TEMA.....	1
1.2 DESENHO TEÓRICO	2
1.2.1 <i>Problemática</i>	2
1.2.2 <i>Problema</i>	2
1.2.3 <i>Objecto da investigação</i>	3
1.2.4 <i>Objectivo geral da investigação</i>	3
1.2.5 <i>Objectivos específicos da investigação</i>	3
1.2.6 <i>Perguntas da investigação</i>	3
1.2.7 <i>Variáveis de investigação</i>	4
1.2.8 <i>Resultados esperados de investigação</i>	4
1.3 METODOLOGIA.....	4
1.3.1 <i>Classificação da pesquisa usada para a realização do presente projecto</i>	5
1.3.2 <i>Tipo de Investigação</i>	5
1.3.3 <i>Metodologias de colecta de dados</i>	6
1.3.4 <i>Hipóteses</i>	6
1.3.5 <i>Tarefas da Investigação</i>	7
1.3.6 <i>Estrutura do relatório</i>	7
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO-CONCEITUAL DA INVESTIGAÇÃO.....	9
2.1 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.2 CONCEITOS BÁSICOS.....	10

2.2.1 Redes de computadores	10
2.2.2 Classificação das redes de computadores	10
2.2.3 Dispositivos de interligação da rede	12
2.2.4 Topologias de redes de computadores	13
2.2.5 Meios de transmissão	13
2.2.6 Boas práticas de ITIL	13
2.2.7 Protocolos de rede	14
2.2.8 Serviços de redes	14
2.2.9 Roteamento	14
2.2.10 Radwin	15
2.2.11 Linhas Alugadas (Leased Lines)	15
2.2.12 Telefones IP	16
2.2.13 Comparação entre telefonia IP e telefonia convencional	17
2.2.14 VoIP (Voice Over Internet Protocol)	19
2.3 TEORIAS PRINCIPAIS	22
2.3.1 VLAN (Virtual Local Area Network)	22
2.3.2 Configuração de VoIP	22
2.3.3 HSRP (Hot Standby Router Protocol)	23
2.3.5 Evolução histórica do objecto	24
CAPÍTULO 3 - MARCO CONTEXTUAL DA INVESTIGAÇÃO	25
3.1 ESTADO ACTUAL DO OBJECTO DA INVESTIGAÇÃO	25
3.1.3 Composição da rede de infra-estruturas de empresa Mcel	25
3.2 TECNOLOGIAS USADAS NA EMPRESA MCEL PARA GESTÃO DA REDE	26
3.2.2 Topologia de rede utilizada na empresa Mcel	27
3.3 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA SUCURSAL DA MCEL EM QUELIMANE	28
3.3.1 Situação actual da sucursal da Mcel em Quelimane	29
3.3.2 Características do roteador C1841 usado actualmente na sucursal da Mcel em Quelimane	30
3.3.3 Características do switch ws-c2960-24TC-L usado actualmente na sucursal da Mcel em Quelimane	30
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	31
4.1 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO	31

4.1.1 Razão da escolha da metodologia do desenvolvimento do projecto.....	31
4.1.2 Requisitos necessários para sucursal da Mcel em Quelimane	32
4.1.3 Solução proposta para sucursal da Mcel em Quelimane	32
4.1.4 Formas de implementação.....	33
4.1.5 Equipamentos seleccionados para serem utilizados na sucursal da Mcel em Quelimane.....	33
4.1.6 Características dos equipamentos escolhidos para serem utilizados na sucursal da Mcel em Quelimane.....	34
4.2. CONFIGURAÇÕES	35
4.2.3 Funcionamento da nova rede da sucursal da Mcel em Quelimane	36
4.2.4 Período e recursos necessários para implementação	36
4.2.5 Custos de implementação do projecto.....	36
4.2.6 Proposta de redundância local proposta para a sucursal da Mcel em Quelimane	38
4.2.7 Esquema de simulação da rede com packet tracer	40
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	42
5.1 CONCLUSÕES	42
5.2 RECOMENDAÇÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
BIBLIOGRAFIA	46
ANEXOS	50

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos vão para o meu supervisor o Engenheiro Aníbal Faiane que de forma incansável se dedicou abertamente me mostrando as boas e as melhores maneiras para a elaboração deste projecto. Endereço também agradecimentos a toda equipa técnica do departamento de infra-estruturas, redes e segurança da Mcel em particular ao chefe do departamento o Engenheiro Aurélio Siteo e aos técnicos superiores de segurança de redes o Eugénio Bila e o Cassamo Dulobo pela disponibilização da informação e pela forma aberta usada pelos mesmos para me ajudarem a conhecer a infra-estrutura da rede da Mcel.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus irmãos Nelson, Ana, Hortência, Quitéria e Lúcia e em especial à minha mãe Lúcia Machava, meu primo Acácio Machava, aos meus amigos Filipe Siteo, João Mboa aos meus colegas Ventura Macute e Carlos Mahumane e a toda equipa do DSE, que assistiram de perto todas as dificuldades encontradas durante a formação e me deram muita força, a turma I41 dos anos 2011 a 2014 que além de turma foi uma família para mim. Dedico também a aqueles que não tiveram a oportunidade de ver o triunfo da sua esperança ao meu pai Jorge Mobjeca e a minha avó Celina Honwana.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Anselmo Jorge Mabjeca** declaro por minha honra que o presente Projecto Final do Curso é exclusivamente de minha autoria, não constituindo cópia de nenhum trabalho realizado anteriormente e as fontes usadas para a realização do projecto encontram-se referidas na bibliografia.

Assinatura: _____

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Fases de implementação do projecto e habilidades requeridas	36
Tabela 2 – Preços dos equipamentos para sucursal da Mcel em Quelimane.	37
Tabela 3 - Custos dos recursos humanos	38
Tabela 4 - Preços dos equipamentos com redundância local	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Topologia WAN de uma linha Alugada	16
Figura 2 - Portas de um telefone IP	16
Figura 3 - Telefone GrandStream modelo BudgeTone 200.....	17
Figura 4 - Telefone IP Cisco Unified IP Phone 7970G	17
Figura 5 - Estrutura de uma rede telefónica convencional.....	18
Figura 6 - Estrutura de uma rede telefónica IP	18
Figura 7 - HSRP/VRRP	24
Figura 8 - Empresa Mcel sede em Maputo	25
Figura 9 - Alguns links das sucursais da Mcel.....	26
Figura 10 - Interconexão de links usando Emilo.....	28
Figura 11 - Situação actual das redes de voz e dados na sucursal da Mcel em Quelimane	29
Figura 12 - Método de desenvolvimento da rede	31
Figura 13 - Rede projectada para sucursal de Quelimane,.....	32
Figura 14 - Redundância local proposta para sucursal da Mcel em Quelimane	39
Figura 15 - Rede proposta para sucursal da Mcel em Quelimane sem redundancia local, simulada com packet tracer	40
Figura 16 – Rede proposta para sucursal da Mcel em Quelimane com redundancia local, simulada com packet tracer	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Padrões de redes locais sem fio	12
---	----

LISTA DAS ABREVIATURAS UTILIZADAS

AP	<i>Access Point</i>
BGP	<i>Border Gateway Protocol</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
DSP	<i>Domain Name System</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
EIGRP	<i>Enhanced Interior Gateway Routing Protocol</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
IGP	<i>Interior Gateway Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
IS-IS	<i>Intermediate System to Intermediate System</i>
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
MAC	<i>Media Access Network</i>
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
Mcel	<i>Moçambique Celular</i>
MIMO	<i>Multiple-Input and Multiple-Output</i>
NAT	<i>Network Address Translation</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
OFDM	<i>Orthogonal Frequency-Division Multiplexing</i>
PoE	<i>Power Over Ethernet</i>
SDP	<i>Session Description Protocol</i>
RTCP	<i>Real-Time Transport Control Protocol</i>
SS7	<i>Signalling System 7</i>
TFTP	<i>Trivial File Transfer Protocol</i>
TI	<i>Tecnologias de Informação</i>
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VLAN	<i>Virtual Local Area Network</i>
VoIP	<i>Voice Over Internet Protocol</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>

RESUMO

Sendo VoIP uma tecnologia emergente que tende a mudar a forma de comunicação nas pequenas, médias e grandes empresa em todo Mundo e a mobilidade dos colaboradores nas instituições que é uma grande aposta nos dias actuais, este projecto visa demonstrar as vantagens e benefícios da utilização de VoIP e *wireless* na sucursal da Mcel em Quelimane. Aquela sucursal por não ter VoIP e *wireless* implementados, depara-se com problemas na comunicação interna e externa da rede, os colaboradores tem que memorizar as extensões telefónicas dos outros e não há nenhum mecanismo de controlo dos custos das chamadas telefónicas realizadas para fora da empresa, sem contar com a problemática de ter que dar suporte a duas redes a de dados e a de voz. Há falta de mobilidade dos colaboradores dentro da empresa e incapacidade de aceder à rede da empresa usando dispositivos de rede sem fio. Neste projecto propõem-se para aquela sucursal uma rede de voz sobre IP, uma rede sem fio de extensão da rede de dados existente que irá eliminar a necessidade da existência de duas redes (voz e dados). Para tal, fez-se um estudo das necessidades e de seguida fez-se o levantamento dos requisitos necessários de modo a poder responder todos os problemas. Fez-se um estudo da tecnologia VoIP e finalmente fez-se a selecção dos *softwares* para desenho, projecção e simulação da rede. Propõem-se neste projecto uma redundância local usando HSRP de modo que uma “queda” de um dos *switches* seja transparente ao utilizador final.

ALAVRAS CHAVE:

VoIP, *Wireless* e *link*.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Justificação do tema

A competitividade em que as empresas de telefonia móvel estão inseridas exige mais dinâmica na parte das mesmas de modo a adaptar-se às necessidades dos seus clientes, de forma constante e progressiva com o intuito de aumentar o ganho no mercado e assegurar a sua sobrevivência. Deste modo, as empresas, procuram soluções com o apoio de TICs que as auxiliem no estabelecimento de vantagens competitivas proporcionando um diferencial que agregue valor aos seus produtos e serviços e resultem em uma maior margem de contribuição e aproximação dos mesmos aos clientes.

A tecnologia VoIP tem sido cada vez mais a estratégia utilizada no universo empresarial no que concerne à comunicação dentro das organizações de modo a acompanhar o crescimento empresarial e o desenvolvimento económico e social das mesmas. Porém, a sucursal da Mcel em Quelimane ainda usa rede telefónica analógica que é uma rede separada da rede de dados o que dificulta a manutenção e gestão da mesma em detrimento da rede telefónica digital VoIP, uma tecnologia emergente que usa a mesma rede para transmissão de dados e voz na comunicação interna e externa das organizações.

Actualmente as redes de negócios estão evoluindo para dar suporte às pessoas no dia-a-dia. Funcionários e empregadores, alunos e corpo docente, agentes do governo e seus superiores, fãs do desporto e consumidores, todos têm aparelhos móveis, e muitos deles estão "conectados" uns aos outros. Esta é a visão de mobilidade que é um ambiente em que as pessoas podem se locomover para onde quiserem sem perder a conexão com a rede o que faz com que a produtividade não seja restringida a um local de trabalho fixo ou um período de tempo determinado, (CISCO, 2007). A questão da mobilidade dos colaboradores nas organizações proporcionada pelas redes sem fio é de extrema importância pois além de oferecer a flexibilidade dos mesmos durante a execução das suas tarefas, diminui o nível de cansaço dos mesmos o que aumenta a sua produtividade. Entretanto, na sucursal da Mcel em Quelimane ainda não existem estas redes o que limita o tamanho da rede e limita os colaboradores em usar apenas a rede a cabo e obrigá-los a ter que se fixar no mesmo sítio para realizar os seus trabalhos.

1.2 Desenho teórico

1.2.1 Problemática

A falta de uma rede com integração de dados, voz e *wireless* em Quelimane que possa possibilitar a comunicação entre aquela sucursal e todos os pontos do país, contribui em grande parte para a deficiência da gestão dos trabalhos e equipamentos daquele sucursal bem como a comunicação interna entre colaboradores e outras sedes regionais pois:

- Os colaboradores gastam tempo a tentar lembrar o número de extensão do outro colaborador o que obriga - os a ficarem sempre com um papel que tem registo de todas as extensões dos colaboradores para recorrer em caso de quiserem fazer uma determinada ligação;
- Sempre que um determinado colaborador recebe uma determinada chamada na sua extensão é obrigado a perguntar o nome da pessoa que está do outro lado da linha;
- Os colaboradores, perdem chamadas importantes em caso de estarem ausentes no seu local de trabalho e ficam sem saber se alguém teria ligado ou não;
- Existe duas redes separadas na instituição, a dos telefones e a dos dados o que dificulta a gestão das mesmas o que poderia ser resolvido com o uso de uma rede com a integração de dados e voz;
- Há falta de controlo dos gastos diários, semanais e ou mensais naquela sucursal do volume das chamadas realizadas e os gastos individuais o que sempre se presume nos gastos colectivos dos colaboradores;
- Para o caso da falta de uma rede *wireless* na instituição coloca em causa a mobilidade dos colaboradores o que obriga-os a permanecerem nas mesmas posições por muito tempo pois é onde se encontram os cabos para o acesso à rede o que de alguma forma torna - os sedentários e sem liberdade de escolha de posição, sem contar com impossibilidade de extensão da rede de dados através do uso de aparelhos sem fio.

1.2.2 Problema

Como projectar uma rede de voz sobre IP na sucursal da Mcel em Quelimane, sede regional centro de modo a responder às necessidades de comunicação fiável local bem como a comunicação com as demais sucursais e sede regionais da Mcel em todo o país?

1.2.3 Objecto da investigação

O objecto da investigação deste projecto é a sucursal da Mcel em Quelimane da sede regional centro.

1.2.4 Objectivo geral da investigação

Projectar uma rede de voz sobre IP sobre a rede de dados existente na sucursal de Quelimane sede regional centro da Mcel que permita boa comunicação com todas as sedes regionais.

1.2.5 Objectivos específicos da investigação

Os objectivos específicos deste trabalho são:

- Estudar a rede telefónica e a rede de dados existente na sucursal da Mcel em Quelimane;
- Identificar os problemas existentes na rede de dados e telefónica na sucursal da Mcel em Quelimane;
- Fazer o levantamento de requisitos reais telefónicos e computacionais da sucursal da Mcel em Quelimane;
- Fazer o levantamento dos custos e benefícios em termos infra-estruturais e operacionais da rede VoIP e *wireless* para a sucursal da Mcel em Quelimane;
- Propor um mecanismo de redundância local de modo a garantir a disponibilidade de serviços na rede;
- Projectar, desenhar, configurar e simular a rede de voz sobre IP e *wireless* para sucursal da Mcel em Quelimane.

1.2.6 Perguntas da investigação

Foi realizada uma entrevista qualitativa com o Eng.º Aurélio Siteo, chefe da secção de infra-estruturas de redes e segurança da Mcel na sede regional sul sede da empresa em Maputo que segundo SAMPIERI et al. (2003) citado por MARCONI e LAKATOS (2011), é uma conversa entre duas pessoas o entrevistador e o entrevistado ou outras como um pequeno grupo ou uma família com o objectivo de obter respostas sobre o tema ou o problema a investigar. E foi colocado as perguntas abaixo cujas respostas estão no anexo¹:

1. Como é que está organizada a rede telefónica da Mcel?

¹ ANEXO 2. Respostas das perguntas de investigação

2. Que tipo de *links* a Mcel utiliza na sua rede?
3. O que é utilizado para o controlo da queda dispositivos de rede?
4. Como é que os colaboradores da sucursal da Mcel em Quelimane têm se comunicado com os outros colaboradores de outras sedes regionais?
5. Quais são as necessidades em termos de transmissão de dados e voz que a sucursal de Quelimane tem?
6. Qual é a quantidade de utilizadores existente em Quelimane terão a necessidade de uso de telefones IPs?

1.2.7 Variáveis de investigação

As variáveis de investigação deste projecto são:

- Disponibilidade de serviços;
- Acessibilidade de serviços;
- Tempo de resposta;
- Largura de banda;
- Planos de redundância;
- Segurança;
- Escalabilidade;
- Qualidade de serviços (QoS)

1.2.8 Resultados esperados de investigação

Espera-se com a realização deste projecto o alcance dos objectivos pretendidos que são de projectar a rede VoIP e *wireless* para sucursal da Mcel em Quelimane, respeitando todas as normas e regras usadas no desenho de uma rede bem como as normas e regras que a empresa adoptou seguir e poder de forma adequada responder a todas variáveis de investigação.

1.3 Metodologia

Segundo BUNGE (1974) citado por LAKATOS e MARCONI (2011), o método científico é um conjunto de procedimentos por intermédio dos quais se propõe os problemas científicos e colocam-se à prova as hipóteses científicas. O método ajuda a compreender no sentido mais amplo não os resultados da investigação científica, mas o próprio processo de investigação. Neste capítulo será feita a descrição detalhada das metodologias que foram utilizadas para alcançar os objectivos pretendidos neste projecto.

1.3.1 Classificação da pesquisa usada para a realização do presente projecto

A pesquisa feita para o presente projecto é classificada segundo os objectivos a alcançar, abordagem do problema em questão e procedimentos técnicos a usar para solucionar o problema.

a) Quanto aos objectivos a alcançar

Foi realizada uma pesquisa exploratória que segundo SIMON (1969), esse tipo de pesquisa apresenta menor rigidez no planeamento. Normalmente é baseada no levantamento bibliográfico e documental, entrevistas padronizadas e não padronizadas e estudos de caso. É mais utilizada quando o assunto escolhido é pouco desenvolvido. Para MATTAR (2001), uma pesquisa exploratória envolve levantamento bibliográfico e entrevista com pessoas que tiveram experiência prática com o problema pesquisado.

b) Quanto a abordagem do problema em questão

Foi realizada uma pesquisa mista que segundo LAKATOS e MARCONI (1992), emprega aspectos tanto dos métodos quantitativos quanto dos qualitativos, envolve identificação do tipo de estratégia de investigação de métodos mistos, das abordagens de recolha e análise de dados, do papel do pesquisador e de uma visão da estrutura geral da pesquisa.

c) Quanto aos procedimentos técnicos usados para solucionar o problema

Foi realizado um estudo do caso que neste caso é a sucursal da Mcel em Quelimane. Segundo SILVA & MENEZES citado por GIL (1999), MARCONI e LAKATOS (1992), o estudo do caso envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objectos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. O pesquisador assume o compromisso de promover a análise do objecto de forma profunda, exaustiva e extensa, o que equivale dizer que deverá examinar seu objecto sempre tomando em consideração os factores que acabam influenciando directa ou indirectamente sua natureza e desenvolvimento. Esse tipo de estudo procura um fenómeno actual.

1.3.2 Tipo de Investigação

O projecto seguirá uma abordagem qualitativa porque esta abordagem, “apesar da liberdade de linguagem consagrada pelo uso académico, não se refere a uma modalidade de metodologia particular, mas sim faz referência mais a seus fundamentos epistemológicos do

que propriamente a especificidades metodológicas. Essa abordagem isenta-se de formulações matemáticas permitindo assim abranger mesmo áreas da ciência que são difíceis de quantificar” (SEVERINO, 2007).

1.3.3 Metodologias de colecta de dados

Para a projecção da rede de voz e *wireless* para sucursal da Mcel em Quelimane, foram utilizadas duas técnicas de colecta de dados, nomeadamente: entrevista e análise de documentos existentes na empresa.

a) Entrevista

Foram efectuadas entrevistas com os profissionais que lidam com a rede e fazem a gestão da mesma. Essas entrevistas, foram feitas formalmente e informalmente de modo a obter informações que podem definir os problemas da rede actual ao mínimo detalhe e fornecer as necessidades da mesma de modo a poder se desenhar uma solução que possa solucionar os problemas na sua totalidade.

b) Análise de documentos

Foi feita a análise da documentação da rede actual de modo a desenhar uma rede que esteja em conformidade com os padrões utilizados na empresa e com as recomendações internacionais de desenho de rede. Além das técnicas de colecta de dados acima referidos o autor deste projecto teve o privilégio de interagir com a rede através de um estágio profissional o que ajudou bastante na compreensão do funcionamento da mesma e obtenção de detalhes com os profissionais da empresa sobre as tecnologias utilizadas na mesma.

1.3.4 Hipóteses

Segundo PARADINAS (1969) citado por MARCONI e LAKATOS (2011), hipótese é uma proposição enunciada para responder tentativamente a um problema, é a resposta hipotécnica a um problema para cuja solução se realiza toda a investigação. Neste projecto foram enunciadas as seguintes hipóteses:

- a) A implementação de uma rede de dados e voz numa única infra-estrutura de rede na sucursal da Mcel em Quelimane, irá minimizar custos de implementação e custos de manutenção porém, a dependência total da corrente eléctrica pelos telefones IP e alguns *Access Point* requererá um estudo prévio sobre outras fontes de corrente para alimentar os mesmos.

- b) Se a rede VoIP e *wireless* da sucursal da Mcel em Quelimane for criada na base das boas práticas da ITIL², então a mesma proverá um ambiente controlável de gestão, auxiliando os administradores de rede na resolução dos problemas da mesma em tempo útil.

1.3.5 Tarefas da Investigação

Esse projecto teve como tarefas de investigação as seguintes:

- O funcionamento da rede da empresa Mcel em geral e da rede do sucursal da Mcel em Quelimane em particular;
- Os pontos indicativos que são e/ou podem serem usados para avaliar a qualidade de serviço dos serviços da rede da empresa;
- Os tipos e fabricantes dos equipamentos que a empresa aposta e adoptou para a sua rede de modo a propor equipamentos iguais e manter a conformidade e linhagem dos mesmos;
- Mecanismos de redundância local usados na empresa Mcel;

1.3.6 Estrutura do relatório

Este relatório está dividido em 6 (seis) partes e cada parte está detalhada abaixo:

- A primeira parte trata da introdução onde se faz a definição do tema, se justifica a escolha do mesmo, se indica a problemática e o problema, se apresenta o objecto de estudo, as variáveis de investigação e a metodologia utilizada para pesquisa de dados e obtenção dos resultados;
- A segunda parte é dedicada à revisão da literatura onde estão patentes os conceitos básicos das redes de computadores de modo a deixar o leitor a par do problema que se pretende resolver;
- A terceira parte aborda o marco contextual da investigação. Esta parte se dedica ao estudo do próprio objecto, o estado em que se encontra actualmente em termos tecnológico. São demonstrados nesse ponto os problemas que o objecto apresenta;
- A quarta parte é a parte de apresentação de resultados obtidos com o estudo feito em termos de gráficos, imagens e valores numéricos;

²Inovações de sucesso que se tornaram em melhores práticas e posteriormente se tornaram em boas práticas, (ITILv3, 2015)

- A quinta parte é a parte das conclusões e recomendações mediante o projecto realizado, nesta parte o autor apresenta as conclusões que tira do projecto realizado e as suas recomendações para projectos futuros.
- A sexta parte demonstra anexos do projecto tais como as respostas das perguntas de investigação, as imagens dos equipamentos seleccionados, entre outros.

CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO-CONCEITUAL DA INVESTIGAÇÃO

2.1 Revisão de literatura

As redes passaram por um longo processo de evolução antes de chegarem aos padrões utilizados actualmente. As primeiras foram criadas na década de 60, como forma de transferir informações de um computador a outro. Para tal surgiu a ARPANET entre 1969 e 1972 com quatro nós SRI, UCLA, UCSB, UTAH interligados através de *links* de 50kbps, que usavam linhas telefónicas dedicadas adaptadas para o uso como *link* de dados, (MORIMOTO, 2008).

MONTEIRO (2000) citado por TELECO (2015), afirma que com a invenção do telefone no século XIX pelo Alexander Graham Bell e a popularização da *Internet* como um meio de comunicação de alcance global e de baixo custo, aliado a um aumento constante da velocidade da transmissão, criou um ambiente viável para a utilização da tecnologia VoIP para a transmissão de áudio digital em tempo real, e segundo COLCHER et al, (2005); BAALAM (2006); NEC (2006) citados por TELECO (2015), o conceito VoIP consolidou-se por volta de 1990, quando surgiu o primeiro *software* comercial, o *Internet Phone* da *VocalTec Communications*, que possibilitava a comunicação transportando amostras de voz por pacotes IP, porém, a qualidade de comunicação ainda era precária. Já em 1998, algumas pequenas companhias eram capazes de oferecer serviço de VoIP, com certa qualidade, interligada ao serviço de telefonia convencional e por volta de 2003, a tecnologia VoIP começou a se difundir no universo empresarial.

Actualmente destaca-se a evolução do VoIP, que segundo BERNAL (2007); NEC (2006) citados por TELECO (2015), resulta do aparecimento da telefonia IP que vêm sendo implementados nas organizações. Em 2005, na América Latina, o uso da telefonia IP aumentou 44,3%, se comparada ao ano de 2004 e a tendência é que grande parte das empresas utilizam esse sistema de comunicação e as estatísticas apontam um crescimento significativo em sua utilização, pois, seu consumo global cresceu de 16 milhões em 2005 para mais de 50 milhões em 2006. Para SHULZRINNE (2000) citado por TELECO (2015), três factores foram preponderantes para o crescimento da tecnologia VoIP: o desenvolvimento e padronização do protocolo que permite a qualidade do serviço em redes IP; o desenvolvimento acelerado de métodos de compressão de voz; e a popularização da Internet.

2.2 Conceitos básicos

Neste subtítulo são abordadas as teorias básicas sobre redes de computadores de modo a situar o leitor na leitura deste projecto.

2.2.1 Redes de computadores

Segundo SOUSA (1999), “redes de computadores é um conjunto de equipamentos interligados de maneira a trocarem informações e compartilharem recursos, como arquivos de dados gravados, impressoras, *modems*, *softwares* e outros equipamentos”. As redes de computadores actuais tendem a ser convergentes que é o processo de integrar comunicação por voz e vídeo em uma rede de dados, e uma rede de computadores deve fundamentalmente ser tolerante a falhas, escalável, ter qualidade de serviços e ser segura, (CISCO, 2007).

2.2.2 Classificação das redes de computadores

De acordo com DANTAS (2002), uma das características mais utilizadas para a classificação das redes tanto a cabo como *wireless* é a sua abrangência geográfica. Assim, quanto a área de abrangência geográfica as redes podem ser LAN, MAN e WAN.

a) Redes a cabo (*Wired Network*)

Segundo CISCO (2007), as redes a cabo são aquelas que usam o cabo para fazer interligações dos seus equipamentos e podem ser LAN, MAN e WAN. Sendo *Local Area Network* (LAN), uma rede de comunicação local que provê uma conexão de alta velocidade entre processadores, periféricos, terminais e dispositivos de comunicação em um único prédio ou campus; *Metropolitan Area Network* (MAN), aquelas redes que provê a interligação das redes locais em uma área metropolitana de uma determinada região e *Wide Area Network* (WAN), quando numa rede as distâncias envolvidas na interligação dos computadores são superiores a uma região metropolitana, (DANTAS, 2002).

b) Redes sem fio (*Wireless Network*)

Segundo OLIVEIRA (2002), são aquelas que não usam cabo como meio de interligação dos seus equipamentos, nestas redes existem dois modos básicos de transmissão de dados por meio de ondas de rádio usados pelas redes sem fio, o direccional e o não direccional. As redes sem fio podem ser WPAN, WLAN e WMAN. Sendo *Wireless Personal Area Network* (WPAN), aquelas utilizadas para interligar dispositivos electrónicos fisicamente próximos; *Wireless LAN* ou *Wireless Local Area Network* (WLAN), uma rede local que usa ondas de

rádio para fazer uma conexão *Internet* ou dentro de uma rede e *Wireless Metropolitan Area Network* (WMAN), aquela que permitem a comunicação de dois nós distantes, como se fizessem parte de uma mesma rede local sem fio, (SILVA, 2008).

As redes sem fio são bastantes usadas para acesso através de diferentes dispositivos e diferentes utilizadores por causa da sua mobilidade daí a necessidade de segurança. Abaixo estão alguns mecanismos de segurança usados nas redes sem fio:

- **WCS** (*Wireless Control System*) – permite a configuração centralizada de controladores WLAN da Cisco junto com pontos de acesso, (CISCO, 2007).
- **WPA** (*Wi-Fi Protected Access*) – Segundo CISCO (2007), é um modelo de segurança para WLANs, baseado no padrão IEEE 802.11i. É um aprimoramento de segurança interoperável baseado em padrões que otimiza o nível de protecção de dados e o controlo de acesso dos sistemas de rede local sem fio existentes e futuros.
- **WEP** (*Wired Equivalent Privacy*) – é um mecanismo de segurança opcional definido de acordo com o padrão 802.11 criado para tornar a integridade de *link* de dispositivos sem fios igual à de um cabo, (CISCO, 2007).

“As redes locais sem fio 802.11 são um padrão de IEEE que define como a frequência de rádio nas faixas de frequência industriais, científicas e médicas sem licença é usada para a camada física e para a subcamada MAC de *links* sem fio. Quando o 802.11 foi lançado primeiramente, as taxas de dados eram de 1 a 2 Mb/s na faixa de 2,4 GHz e as redes locais cabeadas operavam a 10 Mb/s, e não foi adoptada com entusiasmo, e começaram a melhoraram continuamente com o lançamento do IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g e 802.11n. A escolha do padrão WLAN a ser usado é baseada em taxas de dados. Por exemplo, os 802.11a e g podem suportar até 54 Mb/s, enquanto o 802.11b suporta no máximo 11 Mb/s, sendo este o padrão "lento", fazendo os 802.11 a e g os mais preferidos. Um quarto padrão de WLAN é o 802.11n que excede as taxas de dados disponíveis actualmente”, (CISCO, 2007). A figura abaixo compara os padrões aprovados IEEE 802.11a, b e g.

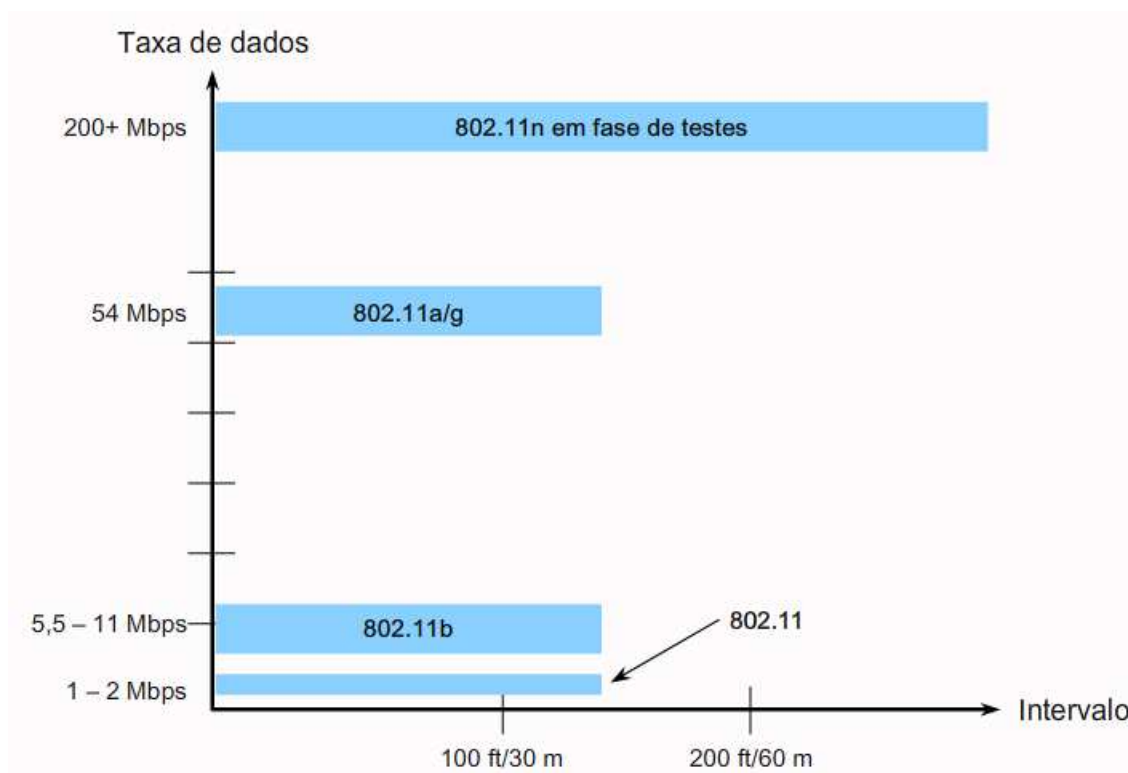


Gráfico 1 - Padrões de redes locais sem fio, (Fonte: CISCO, 2007)

Segundo CISCO (2007), as WLANs oferecem flexibilidade e custo reduzido pois com uma infra-estrutura sem fio já em operação, uma pessoa muda de local em um prédio, quando um laboratório é reorganizado, ou quando a equipe muda para locais temporários que em média custa cerca de 375 dólares norte americanos. No caso de mudança de uma empresa para um novo prédio que não tem nenhuma infra-estrutura cabeada há economia com o uso de WLANs e evita o custo de passar cabos por paredes, tecto e chão, as WLANs resultam em produtividade melhor e funcionários menos tensos, trazendo melhores resultados para clientes e empresa, embora seja mais difícil provar com números.

2.2.3 Dispositivos de interligação da rede

Chamam-se dispositivos de interligação da rede a todos os dispositivos que possibilitam a transmissão de informação de origem até ao destino, servindo deste modo de elo de ligação entre o emissor e receptor. Abaixo estão alguns dispositivos de interligação de rede:

- **Hub** - é um concentrador que centraliza e distribui quadros de dados em redes fisicamente ligadas em estrela. É responsável por replicar, em todas as suas portas, as informações recebidas pelas máquinas da rede (TORRES, 2004).

- **Switch** - é uma ponte que contém várias portas, envia quadros de dados somente para a porta de destino aumentando deste modo o desempenho da rede, ao contrário do *hub*, que transmite os quadros simultaneamente para todas as portas, (TORRES, 2004). O *switch* pode ter suporte a PoE e funcionalidade da camada 3.
- **Repetidor** - segundo GALLO (2003), repetidor é um dispositivo que tem como função recuperar um sinal, são usados em redes locais, para aumentar o seu alcance.
- **Router** - é o dispositivo da camada de rede que usa uma ou mais medições para determinar o melhor caminho pelo qual enviar o tráfego de rede, (CISCO, 2007).
- **AP (Access Point)** – é um dispositivo que permite interligar duas redes sem fio entre si ou uma rede a vários dispositivos. O *access point* se conecta a uma rede cabeada, e fornece acesso sem fio a esta rede para dispositivos móveis no raio de alcance do sinal de rádio, (CISCO, 2007).
- **Modem (Modulador e Demodulador)** - é um dispositivo que converte sinais digitais provenientes de um computador ou terminal em um sinal da portadora modulada, compatível com o requerido pelos canais de transmissão de sinais analógicos, (EPUSP, 2012).

2.2.4 Topologias de redes de computadores

Segundo AUGUSTO (2010), a topologia pode ser entendida como a maneira pela qual os enlaces de comunicação e dispositivos de comutação estão interligados. A topologia física de uma rede local compreende os enlaces físicos de ligação dos elementos computacionais da rede, enquanto a topologia lógica da rede se refere à forma através da qual o sinal é transmitido entre um computador e outro, existe a topologia em barra, anel e estrela.

2.2.5 Meios de transmissão

De acordo com TANEMBAUM (1997), existem vários meios físicos que podem ser usados para realizar a transmissão de dados. Cada um tem seu próprio nicho em termos de largura de banda, retardo, custo e facilidade de instalação e manutenção. Os meios físicos são agrupados em meios guiados, como fios de cobre que são cabos coaxiais e par trançados e fibras ópticas, e em meios não guiados, como as ondas de rádio e os raios *laser* transmitidos pelo ar.

2.2.6 Boas práticas de ITIL

As boas práticas de ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) oferecem melhor alinhamento entre os serviços de TI e estratégias de negócio, melhora a comunicação da TI

e ajuda na justificação de investimentos, aumenta a agilidade para atender mudanças e aumenta a satisfação da equipa, aumenta a qualidade (desempenho, disponibilidade, atendimento de níveis de serviço, redução de re-trabalho), reduz os riscos operacionais e melhora o aprendizado da organização de TI, reduz os custos operacionais e aumenta o ROI (*Return of Investment*), (ITILv3, 2007).

2.2.7 Protocolos de rede

De acordo com Falbriard (2002, p. 63) citado por RIOS (2012), “são aqueles que definem conjuntos de regras que coordenam e asseguram o transporte das informações úteis entre dois ou mais dispositivos” dos quais pode se citar IP, IPX, NetBios entre outros.

2.2.8 Serviços de redes

São os serviços oferecidos em uma rede de computadores dos quais pode-se citar DHCP, DNS, HTTP, FTP, TELNET entre outros, (RIOS, 2012).

2.2.9 Roteamento

Segundo BATTISTI (2015), roteamento é o processo utilizado pelo roteador para encaminhar um pacote para uma determinada rede de destino com base no endereço IP do destino. Segundo CISCO (2007), os protocolos de roteamento podem ser de vector distância ou estado de enlace, abaixo encontram-se mais detalhes sobre os mesmos:

- **RIP** (*Routing Internet Protocol*) – fornecido com sistemas UNIX BSD, é o IGP mais comum da *Internet*, usa a contagem de saltos como métrica de roteamento, (CISCO, 2007);
- **IGRP** (*Interior Gateway Protocol*) – desenvolvido pela Cisco para fazer a gestão dos problemas associados com o roteamento em grandes redes e heterogéneas, (CISCO, 2007);
- **EIGRP** (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*) – desenvolvida pela Cisco, fornece propriedades superiores de convergência e eficiência operacional, além de combinar as vantagens de protocolos *link-state* com as de protocolos de vector distância, (CISCO, 2007).

- **OSPF** (*Open Shortest Path First*) – é um protocolo de roteamento *link-state*, *classless*³ que foi desenvolvido como uma substituição para o protocolo de roteamento RIP por motivo de usar a contagem de saltos como a única medida para escolher a melhor rota. Tem uma distância administrativa de 110 e usa o conceito de áreas para escalabilidade. Possui uma rápida convergência e escalabilidade para implementações de rede muito maiores, (CISCO, 2007).
- **IS-IS** (*Intermediate System to Intermediate System*) – é um protocolo *link-state* que usa o algoritmo *Shortest Path First* (SPF) para fazer o roteamento entre sistemas intermediários, (CISCO, 2007).
- **BGP** (*Border Gateway Protocol*) – é o protocolo de roteamento entre domínios, troca informações de acessibilidade com outros sistemas BGP, (CISCO, 2007).

2.2.10 Radwin

O *radwin* é uma tecnologia que oferece equipamentos que operam com 6 GHz de banda larga sem fio, que fornecem alta taxa de transferência de até 250 Mbps, com alcance até 120 km e robustez inigualável. Suporta as seguintes bandas 2,3-2,7 GHz, 3,3-3,8 GHz, 4,4-6,0 GHz e 5,9-6,4 GHz. *Radwin* fornecem *Ethernet* e TDM (até 16 E1s/T1s), permitindo a migração contínua de TDM para redes inteiramente IP. É fácil de instalar e fazer a manutenção, incorpora tecnologias MIMO e OFDM, apoia as características avançadas de redes, tais como QoS (*Quality of Service*), VLAN entre outros, funciona em tecnologias ponto-a-ponto e ponto-multiponto, (RADWIN, 2014).

2.2.11 Linhas Alugadas (*Leased Lines*)

Linhas alugadas são todas as linhas reservadas por uma operadora para o uso particular de um determinado cliente. Para tal, um *link* ponto-a-ponto é utilizado para fornecer um caminho de comunicação WAN pré-estabelecido do local do cliente por meio da rede do provedor para um destino remoto, (CISCO, 2007).

³ Envia a máscara de sub-rede durante as actualizações e suporta VLSM (*Variable Length Subnet Mask*), (CISCO, 2007).

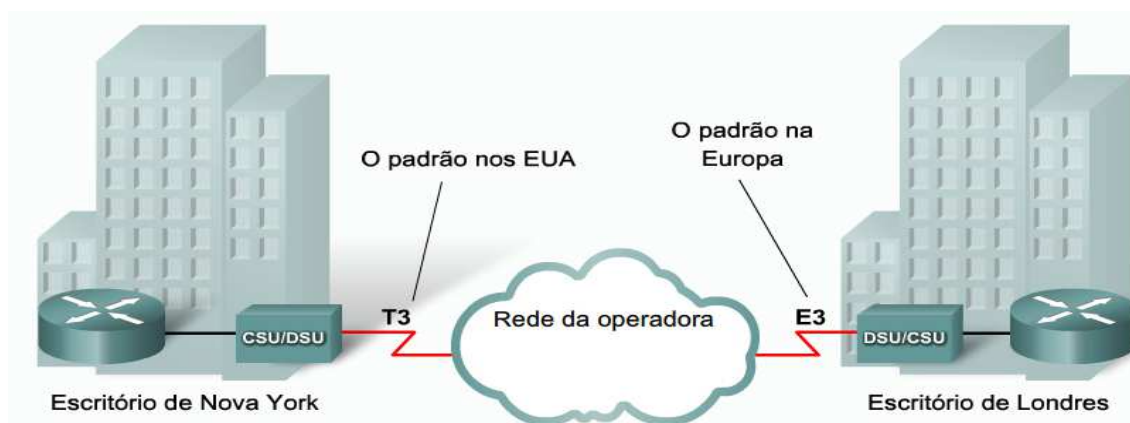


Figura 1 - Topologia WAN de uma linha Alugada, (Fonte: CISCO, 2007)

2.2.12 Telefones IP

É semelhante aos telefones convencionais porém realiza internamente a conversão do sinal analógico da voz para sinal digital em rede VoIP. A instalação é bastante simples, bastando conectá-lo a uma rede de dados com conector RJ-45, realizar as configurações de rede e do endereço IP para então conectar-se a um PABX IP ou em uma operadora VoIP. Os telefones IP possuem duas portas padrão *ethernet* com conectores RJ-45 em modo *bridge*, uma das portas é para a LAN e a outra porta para o computador, (GRANDSTREAM, 2007).



Figura 2 - Portas de um telefone IP, (Fonte: Foto tirada pelo autor de um telefone IP)

Os telefones mais simples possuem as opções básicas oferecendo facilidade e autonomia nas ligações, como um telefone IP da *GrandStream* modelo *BudgeTone* 200, (GRANDSTREAM, 2007) e os telefones IP avançados possuem todas as funcionalidade de um telefone IP simples e facilidades mais avançadas para realizar e receber ligações. Entretanto, existem ainda telefones IP *wireless*, que são equipamentos que possibilitam maior mobilidade, por serem

pequenos, leves e não necessitam de fios para o seu funcionamento, (CISCO, 2007).



Figura 3 - Telefone *GrandStream* modelo *BudgeTone 200*, (Fonte: GRANDSTREAM, 2007)



Figura 4 - Telefone IP *Cisco Unified IP Phone 7970G*, (Fonte: CISCO, 2007)

2.2.13 Comparação entre telefonia IP e telefonia convencional

Segundo TELECO (2015), as principais diferenças entre a telefonia convencional e a telefonia IP podem ser sintetizadas quanto suas estruturas, tráfego de voz, confiabilidade e qualidade. Os sistemas de rede telefónica convencional apresentam a estrutura apresentada na figura abaixo:

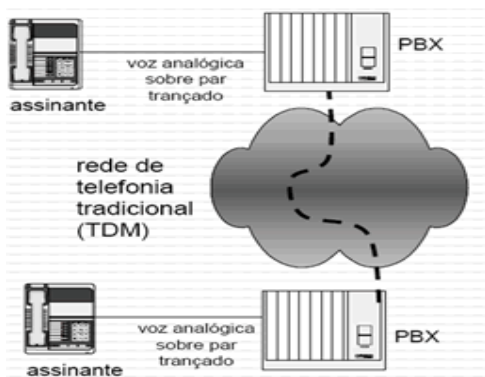


Figura 5 - Estrutura de uma rede telefónica convencional, (Fonte: TELECO, 2015)

E caracterizam-se pela conversão analógica - digital nas centrais; a voz trafega em um circuito digital dedicado de 64 kbit/s; tem banda alocada completamente para a sessão de voz; o sinal digital é convertido novamente em analógico para ser enviado ao assinante; tem comutação por circuito, sem filas ou atrasos intermediários; tem alta confiabilidade ou disponibilidade; tem qualidade da ligação; apresenta alta percentagem de chamadas completadas e tem sistema de alimentação fornecido pela própria central telefónica, (TELECO, 2015). Os sistemas de rede telefónica IP apresentam a estrutura apresentada na figura abaixo:

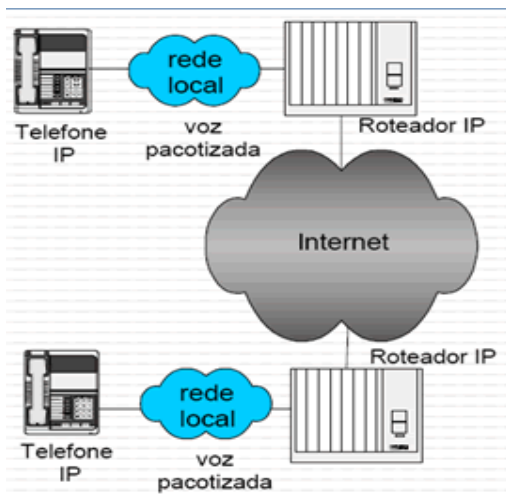


Figura 6 - Estrutura de uma rede telefónica IP, (Fonte: TELECO 2015)

E caracterizam-se por ter amostras de voz acumuladas em pacotes IP e enviadas pela *Internet*; enviar pacotes sem compressão a uma taxa de voz de 64 kbit/s; enviar pacotes comprimidos, resultando em uma taxa de voz até 5,3 kbit/s; poder suprimir intervalos de silêncio, economizando banda; ter atrasos e variação de atraso (*jitter*); ter perdas de pacotes e o sistema de alimentação ser fornecido localmente.

2.2.14 VoIP (*Voice Over Internet Protocol*)

É a capacidade de transmitir voz normal de telefonia em uma conexão de *Internet* baseada no protocolo IP. No VoIP, o DSP segmenta o sinal de voz em quadros, que são conectados em grupos de dois e armazena pacotes de voz e esses são depois transportados com o IP conforme a especificação ITU-T H.323, (CISCO, 2007).

a) Funcionamento do VoIP

O VoIP captura a voz ainda na forma analógica e a transforma em pacotes de dados digitais que podem ser enviados por qualquer rede TCP/IP, possibilitando que trafeguem normalmente pela *Internet* e quando os pacotes chegam ao destino são retransformados em sinais analógicos e transmitidos a um meio no qual seja possível ouvir o som, (ANDRADE et al., 2012).

b) Protocolos de sinalização usados em VoIP

Existem dois protocolos de sinalização que são bastante usados na comunicação VoIP nomeadamente H.232 e o SIP (*Session Initiation Protocol*).

Segundo IETF RFC 2916, H.232 é uma recomendação de ITU-T, provê uma base para comunicação de dados, vídeo e áudio através de redes de comutação de pacotes, agrupa padrões para comunicação multimédia sobre redes que não provêm qualidade de serviço, define todos os aspectos para estabelecimento, transmissão de chamadas e troca de disponibilidade de recursos da rede através de diversos padrões auxiliares. Fazem parte deste protocolo os seguintes componentes:

- **Terminal:** provê comunicação bidireccional em tempo real de voz, vídeo ou dados, com outro terminal H.323, pode também se comunicar com um *Gateway* ou MCU;
- **Gateway:** é um dispositivo de adaptação utilizado para permitir a comunicação entre terminais H.323 e não-H.323, gera características de um terminal da rede de pacotes para um terminal da rede RPTC;
- **Gatekeeper:** faz a administração dos serviços de controlo da chamada no sistema VoIP através de tradução de endereços, controlo de admissão, controlo de largura de faixa, gestão de zona e sinalização de chamadas. Pode ser implementada em qualquer elemento da rede H.323 e não-H.323.
- **Multipoint Control Unit (MCU):** elemento que suporta conferências multiponto entre três ou mais terminais ou *Gateways*. Composto por Controlador Multiponto (MC) e

Processadores Multiponto (MP);

- Controlador Multiponto (MC): suporta a negociação de capacidades entre todos os terminais, para se garantir um nível comum de comunicações;
- Processador Multiponto (MP): é o elemento responsável por comutar e processar áudio, vídeo e/ou bits de dados.

Session Initiation Protocol (SIP) é um protocolo definido pelo IETF *SIP Working Group* que tem por objectivo a padronização das mensagens para criação, modificação e finalização de sessões multimédia. Foi desenvolvido como um protocolo multimédia que usa as vantagens das mensagens e arquitecturas encontradas nas aplicações populares da *Internet*. Entre as funcionalidades oferecidas pelo SIP encontram-se as seguintes:

- Tradução de nomes e localização dos utilizadores para permitir que a chamada encontre o destino sem preocupação com a localização dos utilizadores usando URL específico.
- Negociação de atributos com todas as partes envolvidas com a chamada suportados e reconhecidos por todos os participantes da conferência, através do uso do SDP (*Session Description Protocol*);
- Gestão dos participantes da chamada durante a sessão, transferir uma chamada ou cancelar conexões.

Segundo *Request For Comment 2719 (RFC 2719)*, existem ainda protocolos que funcionam na base dos protocolos de sinalização H.232 e SIP das quais podemos citar:

- SIGTRAN que especifica os meios pelos quais as mensagens SS7 podem ser transportadas de forma confiável sobre redes IP;
- ENUM que especifica como a numeração E.164 pode ser traduzida com o uso de DNS a um ou mais endereços IP em especial;
- TRIP é utilizado para distribuir informações de roteamento entre domínios administrativos de telefonia, não definindo, contudo, um algoritmo específico de escolha de rotas, é independente dos protocolos de sinalização (H323 ou SIP);
- *Session Description Protocol (SDP)*, define características das sessões multimédia para propósitos de anúncio da sessão, convite da sessão e outras formas de inicialização de sessões, além da divulgação das capacidades dos clientes finais (*endpoints*) para abertura de sessões multimédia;
- MGCP faz controlo de *gateways* de telefonia através de elementos de controlo externo chamados *media gateways controllers*;

- *Call Processing Language* (CPL) é a linguagem usada para descrever e controlar serviços de telefonia IP. Pode ser implementada em *networks servers* ou *user agent servers*, baseada no *Extensible Markup Language* (XML).

c) Protocolos de transporte usados em VoIP

Segundo *Request For Comment 1889* (RFC 1889), VoIP usa o *Real Time Protocol* (RTP), protocolo que inclui um sistema de controlo em tempo real, denominado *Real Time Control Protocol* (RTCP), que possibilita, simples transporte das informações, verificação das condições de transmissão durante o período de conversação entre os *peers* RTP. RTP é usado para transmissão de dados que possui características de tempo real e o protocolo de controlo do RTP RTCP é usado para monitorar a qualidade do serviço e para repassar informações sobre participantes numa sessão em andamento. O conjunto RTP/RTCP usam UDP por isso não oferece nenhum mecanismo de garantia de qualidade de serviço, nem garantia de entrega de pacotes, mas fornece os meios necessários para a entrega de pacotes com mínimo atraso e mecanismos que possibilitam o controlo da qualidade observada na rede.

d) Vantagens do uso de VoIP

Segundo ANDRADE (2012), VoIP tornou-se bastante popular por ter preço baixo das ligações locais e de longa distância; ter acessibilidade de equipamentos; ser fácil de utilizar; prover uma única infra-estrutura para prover serviços de dados e telefonia; custo zero para ligações dentro da empresa e de telefone IP para outro telefone IP; ter optimização; ter fácil implantação dos equipamentos VoIP; ter mobilidades e flexibilidades dos ramais, uma vez que os ramais dotados de infra-estrutura VoIP podem conectar-se com a estrutura VoIP da empresa de qualquer ponto do mundo, bastando para isso um *link Web* e um telefone IP.

e) Desvantagens do uso de VoIP

Apesar de todas as vantagens que VoIP tem ANDRADE (2012), acrescenta que o VoIP apresenta algumas desvantagens que a empresa que deseja implanta-lo deve analisar bem antes de fazer das quais pode se citar a dependência total da corrente eléctrica, uma vez que: em caso de falha da corrente eléctrica, as linhas telefónicas e os aparelhos convencionais continuam funcionando normalmente, o que não ocorre na telefonia VoIP; o protocolo UDP não fornece um mecanismo para assegurar que os pacotes de dados sejam entregues em ordem sequencial, ou ainda, não forneça garantias de qualidade de serviço; VoIP tem

problemas de latência e variações de atraso, que se acentua com uma conexão por satélite ou 3G, devido ao grande atraso de propagação; VoIP tem falta de segurança, já que a maioria das soluções VoIP ainda não suportam criptografia.

2.3 Teorias principais

Neste subtítulo são abordadas todas as teorias que foram usadas para a resolução do problema.

2.3.1 VLAN (Virtual Local Area Network)

É uma rede local virtual, permite a existência de várias redes IP e sub-redes da mesma rede comutada, permite ainda a uma rede suportar metas comerciais com mais flexibilidade, segurança, redução de custos, maior desempenho e atenuação da tempestade de *broadcast*, (CISCO, 2007).

2.3.2 Configuração de VoIP

Para fazer a configuração de um determinado telefone IP deve se ter em conta alguns conceitos básicos de configuração a saber:

a) IP Telephony IP Addresses

Um telefone IP Cisco precisa de um endereço IP e um ficheiro de configuração para poder operar. O endereço IP normalmente é atribuído usando DHCP. Um *pool* de endereços DHCP pode ser criado num roteador ou num servidor separado, (BRAINWORK, 2014).

b) DHCP Option 150

O telefone IP da Cisco usa por defeito DHCP *option 150* para identificar a localização do dispositivo que contém o ficheiro de configuração de telefones IP e recebe esse ficheiro de configuração de um servidor TFTP. DHCP *option 150* pode ser usado para permitir o telefone IP saber o endereço IP do dispositivo que contém o ficheiro de configuração de telefones IP e este endereço é o servidor TFTP e pode estar localizado no roteador proporcionado por *Call Manager Express* (CME). No *pool* DHCP o parâmetro *option 150* deve ser configurado caso contrário o telefone IP não irá funcionar, (BRAINWORK, 2014).

c) Endereço IP dos computadores

Se um computador está para ser usado na rede também precisa de um endereço IP, se ele está

a usar DHCP, o *pool* DHCP dele precisa de ser diferente do *pool* dos telefones IP, (BRAINWORK, 2014).

d) Ephone-dn

Ao lidar com CME, um telefone IP é configurado usando a opção *ephone*. As linhas telefónicas associadas com *ephone* são chamados *ephone-dn*, o que significa número de telefone directório *ethernet*. O *ephone-dn* representa uma linha que conecta um canal de voz para um telefone de modo a que as chamadas possam ser feitas. Quando habilitar o VoIP *telephony service*, os *ephones* e *ephones-dns* podem ser criados e vistos na saída da configuração em execução. Um *ephone-dn* tem um ou mais extensões ou números de telefones associados que permitem a realização de chamadas, um *ephone-dn* é semelhante a uma linha telefónica. Cada *ephone* tem um número para identificá-lo durante o processo de configuração, (BRAINWORK, 2014).

e) Dial-peer

Segundo BRAINWORK (2014), *dial-peer* são utilizados para criar o plano de roteamento de chamadas dentro de um ambiente VoIP. Uma *dial-peer* é uma rota utilizada para realizar o encaminhamento de chamadas de voz. Os *dial-peers* podem ser do tipo VoIP que utilizam o endereço IP como *next-hop* para encaminhar pacotes ou *Plan Old Telephony System* (POST), que utilizam porta como *next-hop* para fazer encaminhamento.

2.3.3 HSRP (Hot Standby Router Protocol)

É um método da redundância da Cisco usado para providenciar a alta disponibilidade da rede. Permite com que uma falha de um *switch* ou roteador durante a operação seja transparente para o utilizador final. Um roteador é seleccionado para ser *active* e outro para ser *standby*. O roteador *active* é o escolhido para o roteamento de pacotes e o roteador *standby* é aquele que assume as funções de roteamento quando o roteador *active* falhar, ou quando estiverem reunidas as condições predefinidas, (CISCO, 2010).

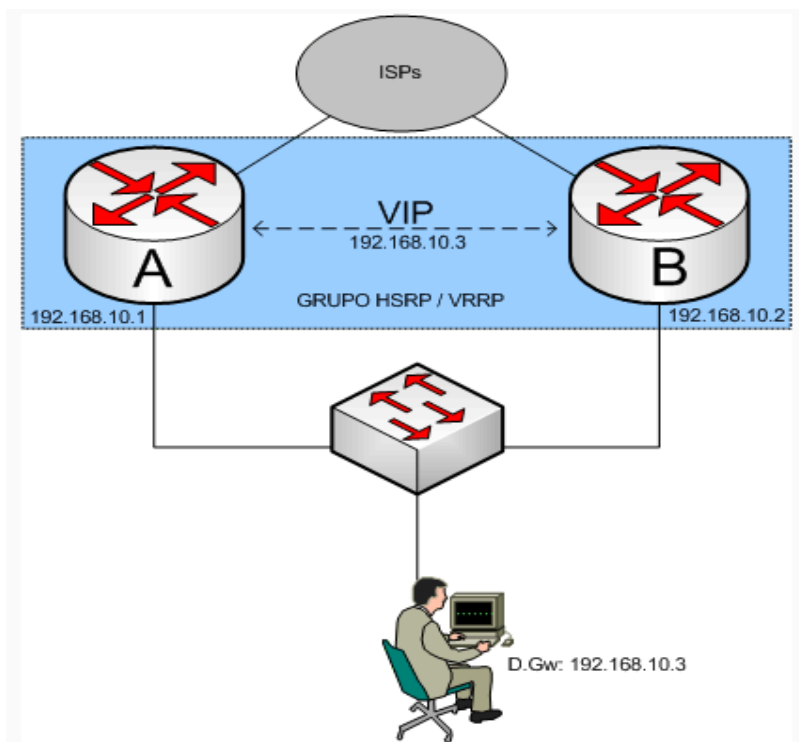


Figura 7 - HSRP/VRRP, (Fonte: CLOUDCAMPUS, 2008)

2.3.5 Evolução histórica do objecto

A Mcel é uma empresa de telecomunicações que sempre apostou no uso das TICs desde a sua criação de modo a poder se destacar no mercado. Desde 2007 (ano da sua criação), a Mcel vem usando várias tecnologias desde linhas discadas, telefones convencionais (analógicos) entre outras tecnologias que ficaram em desuso com o decorrer do tempo. A Mcel sempre foi uma empresa inovadora no que concerne a novas tecnologias de informação e comunicação principalmente na área das telecomunicações móveis. Por motivo de ter sido pioneiro nesta área no mercado Moçambicano a Mcel tenta se manter líder na área tecnológica e nos serviços prestados.

Neste momento, a empresa possui uma *datacenter* repleta de equipamentos tecnológicos bastante avançados o que lhe permite estar ao nível de concorrer no mercado internacional na área das telecomunicações móveis.

CAPÍTULO 3 - MARCO CONTEXTUAL DA INVESTIGAÇÃO

3.1 Estado actual do objecto da investigação

A Mcel - Moçambique celular é uma empresa nacional que actua no ramo das telecomunicações, concretamente em telecomunicações móveis no país. Desde a sua criação, tem registado um crescimento considerável ano pós ano motivado pela qualidade dos serviços que oferece deste modo, tem apostado no aumento de infra-estruturas de modo a acompanhar este crescimento e responder com eficiência a demanda provocada pelo mesmo. A empresa tem sede na zona sul do país, na província e cidade de Maputo, e tende a se expandir para outras províncias do país através de criação de sucursais, (MCEL, 2013).



Figura 8 - Empresa Mcel sede em Maputo (Fonte: MCEL, 2013)

3.1.3 Composição da rede de infra-estruturas de empresa Mcel

A Mcel possui uma rede corporativa⁴ e convergente que tem sedes regionais em três zonas do país nomeadamente a sede regional da zona sul, a sede regional da zona centro e a sede regional da zona norte, estando localizadas respectivamente nas cidades de Maputo, Beira e Nampula. A sede regional sul é responsável por dar assistência nas sucursais das províncias de Maputo, Gaza e Inhambane, a sede regional centro nas sucursais das províncias de Manica, Sofala, Quelimane e Tete e a sede regional norte nas sucursais das províncias de Nampula, Niassa e Cabo-Delgado e cada região possui profissionais que zelam pelo melhor

⁴ Rede grande e diversa que conecta a maioria dos pontos principais de uma empresa ou outra organização, difere de uma WAN por ser de propriedade e manutenção privada, (CISCO, 2007).

funcionamento de todos os serviços vigentes na rede da empresa, porém a sede regional sul (sede da empresa) é que responde pelas avarias grossas que ocorrem na rede em todas as sedes regionais.

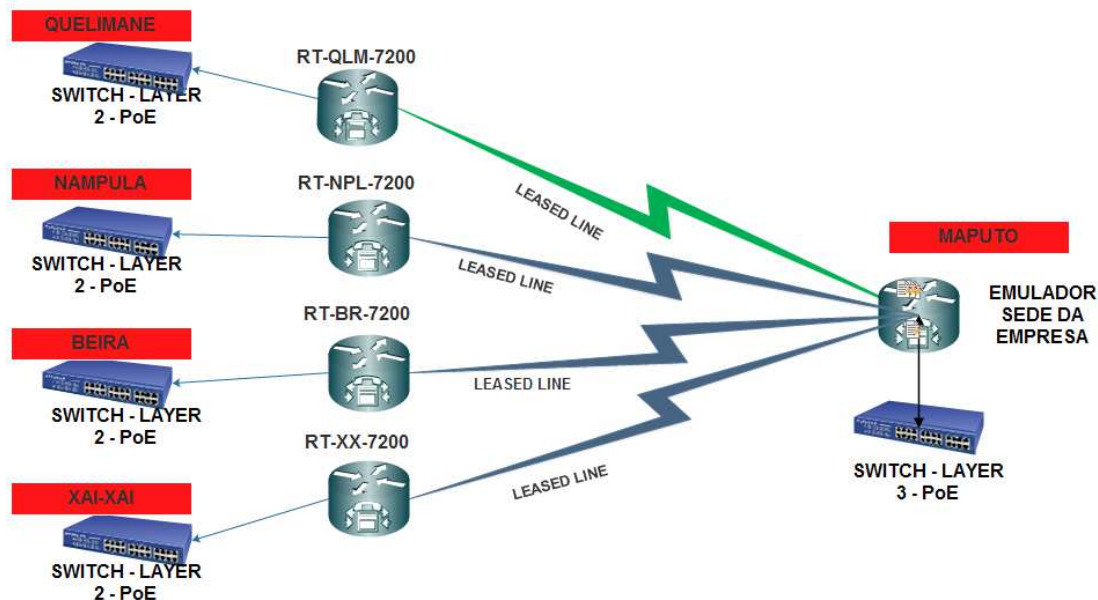


Figura 9 - Alguns *links* das sucursais da Mcel, (Fonte: Autor)

3.2 Tecnologias usadas na empresa Mcel para gestão da rede

A empresa utiliza várias tecnologias na sua infra-estrutura de rede, desde os mecanismos de segurança da rede até aos mecanismos de monitoria da própria rede tais como ASA ACS, *WhatsUp Gold*, *Radwin* e o *CallManager*. Os detalhes destas tecnologias estão abaixo:

- A empresa usa o *Adaptive Security Appliance Access Control Server* (ASA ACS) de modo a fazer o controlo de acesso e dar privilégios de acesso na rede aos utilizadores. Usa este aplicativo para criar listas de acesso de modo a limitar o acesso de alguns serviços da rede por alguns utilizadores e dar acesso a outros;
- Para a monitoria da rede a empresa usa o *WhatsUp Gold* que faz a monitoria da rede 24 horas por dia e envia de tempo em tempo o estado da rede aos gestores da mesma se houve queda de um determinado ponto ou *host* de modo com que estes possam tomar decisões. Segundo IPSWITCH (2014), *WhatsUp Gold* é uma arquitectura expansível e escalável, o que permite detectar, mapear e gerir toda a infra-estrutura de TI que são dispositivos de rede, servidores, aplicativos, recursos virtuais, configurações e tráfego de rede.
- Ao nível WAN a empresa utiliza *Radwin* como linha de *backup* em caso de a *leased*

line “cair” ou ter problemas. A empresa aposta nesta tecnologia por motivo de ter várias antenas espalhadas pelo país e isso reduz o custo de instalação e manutenção;

- A empresa usa *switches* PoE⁵ para interligar equipamentos da rede que precisam de serem alimentados pela corrente tais como telefones IP e *Access Points*.
- Na rede sem fio a empresa usa os *Access Points* para distribuir sinais e o sistema de segurança *Wireless Application Protocol* (WAP) que segundo CISCO (2007), é um padrão internacional para aplicações que utilizam a comunicação de dados digitais sem fio;
- Estão configuradas várias VLANs na rede da empresa para permitir a divisão do domínio de *broadcast* entre os departamentos;
- Para o tráfego de telefones IP existe um roteador dedicado que faz o roteamento interno e externo do mesmo, através da interligação com a *CallManager* e a rede móvel de transmissão da empresa, isto é, a central de transmissão da Mcel. A central de transmissão da Mcel tem uma interligação com a *CallManager* o que permite com que as chamadas passem para fora e para dentro da rede interna VoIP da empresa;

3.2.2 Topologia de rede utilizada na empresa Mcel

A empresa utiliza uma topologia em estrela sendo o centro distribuidor ou concentrador a sede regional sul (sede da empresa). Todo o roteamento feito de qualquer sede regional e/ou sucursal para fora da empresa ou vindo de qualquer parte externa para dentro da empresa passa pela sede regional sul. A empresa usa linhas alugadas para interligar as sucursais, lojas e armazéns com a sede da empresa em Maputo onde se faz todo o roteamento.

Para o estabelecimento de uma linha alugada é usada uma porta do roteador para interligar com a outra extremidade da rede, isto é, ligação ponto - a - ponto o que limita a quantidade de linhas alugadas por motivo de o roteador possuir menor quantidade de portas seriais. Assim, como a empresa Mcel tem vários pontos que interconectam com a sede necessitaria de vários roteadores na sede o que traria maiores custos para a empresa e não seria viável para o negócio. Para ultrapassar esta situação a empresa Mcel adoptou na sede da empresa a utilização de *emilo* (emulador de portas *seriais*) dispositivo composto por várias portas que é

⁵*Power Over Ethernet* permite ao *switch* alimentar um dispositivo usando o cabeamento *Ethernet* existente e esse recurso pode ser usado por telefones IP e alguns pontos de acesso sem fio, CISCO (2007).

usado para substituir vários roteadores, e permite várias conexões ponto - a - ponto e só se utiliza roteadores nas outras extremidades da interconexão com a sede.

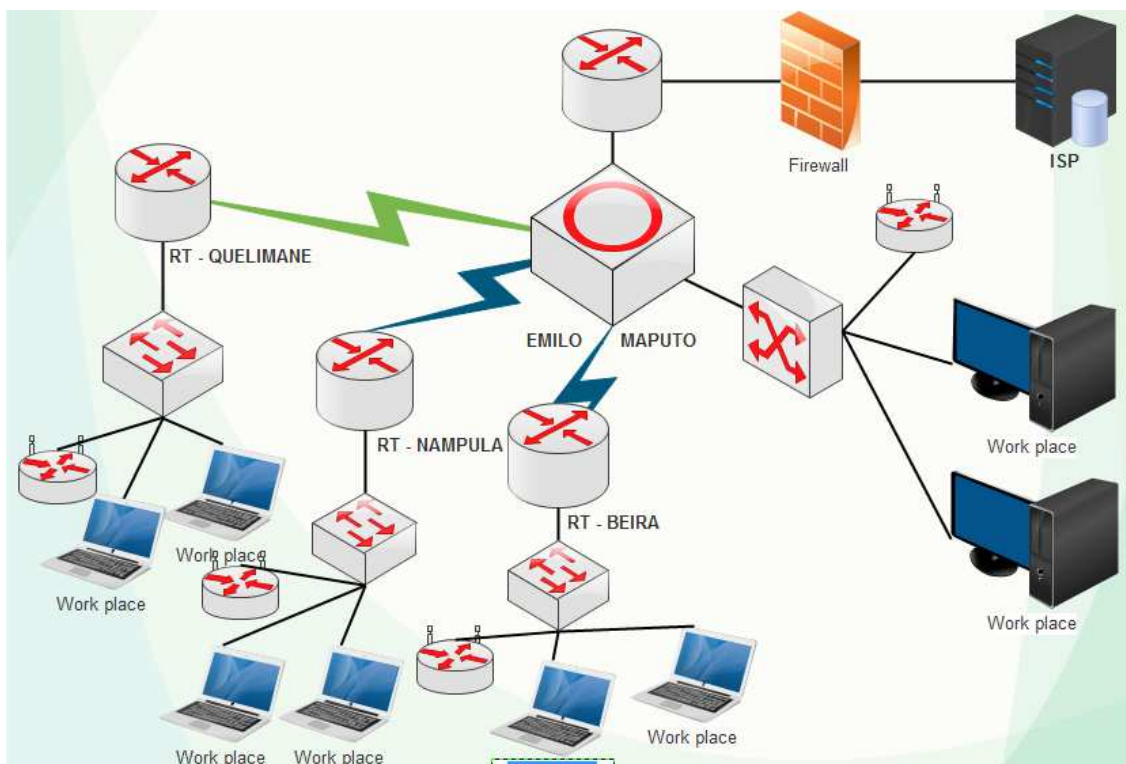


Figura 10 - Interconexão de *links* usando Emilo, (Fonte: Autor)

3.3 Localização geográfica da sucursal da Mcel em Quelimane

A sucursal da Mcel em Quelimane localiza-se na cidade de Quelimane na capital da província da Zambézia, que fica situada no sudeste da província de Zambézia, a cerca de 6 milhas de costa, no estuário do rio dos Bons Sinais entre as coordenadas de 17° 47' – 17° 57' e 36° 50' – 36° 57'. A cidade de Quelimane ocupa uma área de 117 km² e é geograficamente limitada a Norte pela localidade de Chigava; a Oeste pela localidade de Namacata; Este pela localidade de Madal e a Sul pelo rio dos Bons Sinais e os mapas da cidade de Quelimane podem serem vistos em anexo⁶, (C.M.C.Q⁷, citado por (ABDULA, 1997)).

Neste momento na sucursal da Mcel em Quelimane existe a rede de dados mas ainda não estão implementados alguns serviços existentes na rede corporativa da empresa.

⁶ ANEXO 1. Mapas da cidade de Quelimane

⁷ Conselho Municipal da Cidade de Quelimane

3.3.1 Situação actual da sucursal da Mcel em Quelimane

Actualmente a rede da sucursal da Mcel em Quelimane não tem VoIP e *Wireless* o que limita o tamanho da mesma e impossibilita a mobilidade dos colaboradores na mesma. Assim, existe uma rede isolada de telefones da rede de dados da empresa conforme pode ser visto na imagem abaixo:

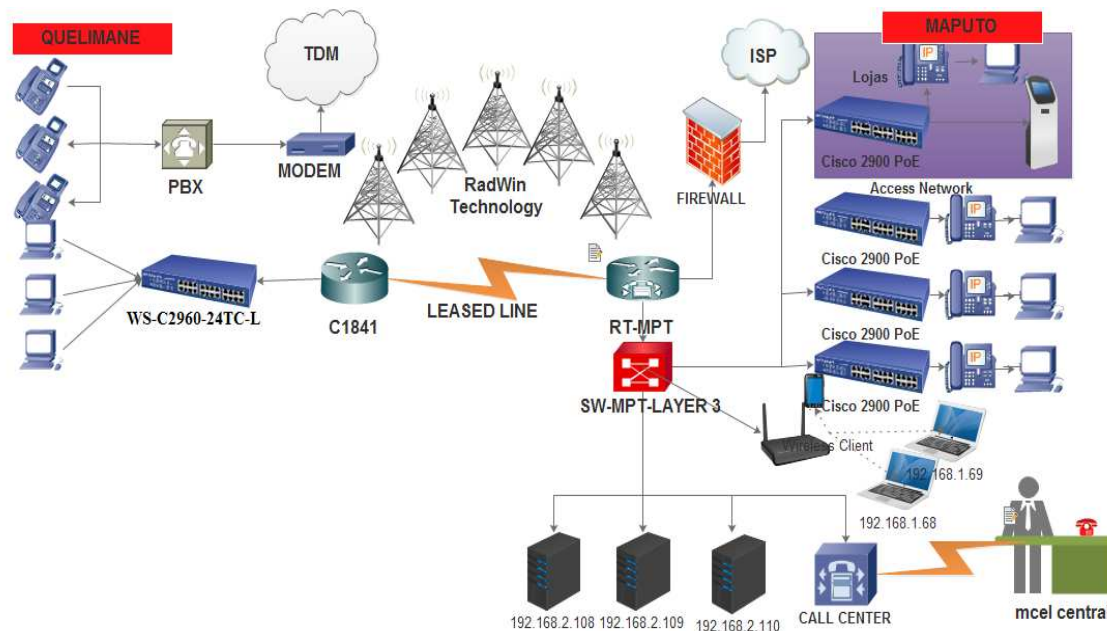


Figura 11 - Situação actual das redes de voz e dados na sucursal da Mcel em Quelimane (Fonte: Autor)

Na imagem acima é visível a separação entre as duas redes (a rede dos telefones e a rede de dados), também é visível a diferença do tipo de roteadores que estão a ser usados, do lado de Maputo e do lado de Quelimane, do lado de Maputo utiliza-se um roteador da família 7200 *series* com capacidade de suporte a VoIP enquanto do lado de Quelimane utiliza-se um roteador C1841 sem nenhuma capacidade de suporte a VoIP. Em Quelimane utiliza-se ainda um *switch ws-c2960-24TC-L* sem nenhuma capacidade de suporte a PoE o que não é possível fazer qualquer ligação de um telefone IP e alguns *Access Point* que dependem da corrente trazida pelo cabo para funcionarem, pois estes além de dados necessitam de corrente que apenas é transportada em *switches* PoE. As imagens dos equipamentos usados actualmente estão na sucursal da Mcel em Quelimane⁸.

⁸ ANEXO 3. Imagens dos equipamentos usados actualmente na sucursal da Mcel em Quelimane

3.3.2 Características do roteador C1841 usado actualmente na sucursal da Mcel em Quelimane

O roteador *Cisco 1841* faz parte dos roteadores de integração de serviços *Cisco 1800*, fornece boa performance na rede cabeada para serviços concorrentes em T1 / E1 em taxas de WAN; possui maior densidade e alta velocidade através do uso de interface WAN com *slots* para cartões; tem suporte para mais de 90 módulos e para a maioria dos WICs; tem duas portas 10/100 *Integrated FastEthernet* de alta segurança; tem criptografia *On-board*; suporta até 800 túneis VPN com o Módulo AIM; usa *Network Admission Control* (NAC) para apoiar anti-vírus; tem prevenção de intrusão e suporta *Cisco IOS Firewall*, porém não suporta o tráfego telefónico (VoIP), (CISCO, 2011).

3.3.3 Características do switch ws-c2960-24TC-L usado actualmente na sucursal da Mcel em Quelimane

O switch *Cisco Catalyst 2960-24TC* tem uma memória RAM de 64 MB memória *Flash* de 32 MB, tem 24 portas *Ethernet* 10Base-T, portas *Ethernet* 100Base-TX, velocidade de transferência de dados de 100 Mbps, usa o protocolo de interconexão de dados *Ethernet* e *Fast Ethernet*, tem portas auxiliares de rede 2x10 / 100 / 1000BASE-T / SFP (*mini-GBIC*), usa o protocolo de gestão remota SNMP 1, RMON, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, tem o modo de comunicação *Half duplex*, *full duplex*, tem comutação da camada 2, 3 e 4 precisa de ser alimentada por AC 120/230 V (50/60 Hz). Entretanto não suporta PoE e tem apenas 24 portas, (ROUTER-SWITCH, 2014).

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos da realização deste projecto, são mostrados os métodos utilizados no mesmo para a obtenção dos resultados.

4.1 Metodologia de desenvolvimento do projecto

Para o desenvolvimento deste projecto foi usada a metodologia PPDIOO (Preparação, Planificação, Desenho, Implementação, Operação e Optimização) cuja figura encontra-se abaixo:

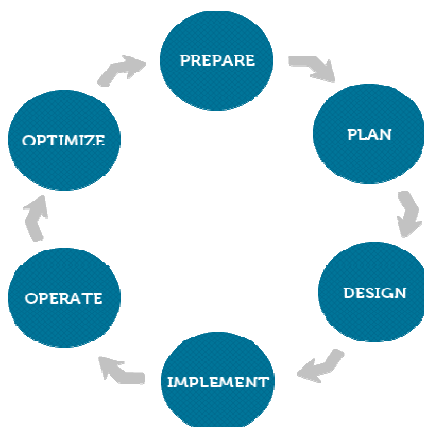


Figura 12 - Método de desenvolvimento da rede, (Fonte:3S NETWORKS, 2015)

4.1.1 Razão da escolha da metodologia do desenvolvimento do projecto

A metodologia PPDIOO foi escolhida dentre outras porque segundo 3S NETWORKS (2014), reduz o custo total de propriedade, validando requisitos e planeamento de tecnologia para mudanças de infra-estrutura e recursos necessários; aumenta a disponibilidade da rede através da produção de um projecto de rede de som e validação da operação da rede; melhora a agilidade dos negócios, estabelecendo requisitos de negócios e tecnologia estratégias; acelera o acesso a aplicações e serviços, melhorando a disponibilidade, confiabilidade, segurança, escalabilidade e desempenho.

4.1.2 Requisitos necessários para sucursal da Mcel em Quelimane

A sucursal da Mcel em Quelimane tem a necessidade para responder cerca de 30 utilizadores. Deste modo, há necessidade de cerca de 30 telefones IP, um *switch* PoE e um roteador com a capacidade de rotear o tráfego telefónico. Não há necessidade de computadores porque os mesmos já existem e estão em pleno funcionamento neste momento. Há necessidade de cabos UTP de categoria 5 de modo a fazer a conexão dos telefones IP com os computadores e os pontos de acesso da rede sem fio (*Access Points*) ao *switch*, há necessidade de cerca de 3 pontos de acesso da rede sem fio (*Access Points*) de modo a poder cobrir boa parte da área de acesso da rede sem fio.

4.1.3 Solução proposta para sucursal da Mcel em Quelimane

Para a solução do problema apresentado neste projecto, foi desenhada a rede abaixo composta por rede a cabo e rede sem fio (*wireless*), de modo a solucionar não só a questão de VoIP como também a questão da rede *wireless*. Conforme ilustra a imagem, a rede continua seguindo a topologia que tinha anteriormente, mas agora com equipamentos diferentes e novas configurações. Assim, foi seleccionado no mercado um *switch* com suporte a PoE e um roteador com suporte aos comandos de *telephony-service* para a configuração de voz e pontos de acesso da rede sem fio (AP).

Os APs serão ligados e colocados em posições estratégicas que lhes permita ter a cobertura de todo o edifício da empresa de modo que se consiga ter acesso a rede sem fio em qualquer parte da sucursal pelos colaboradores da empresa.

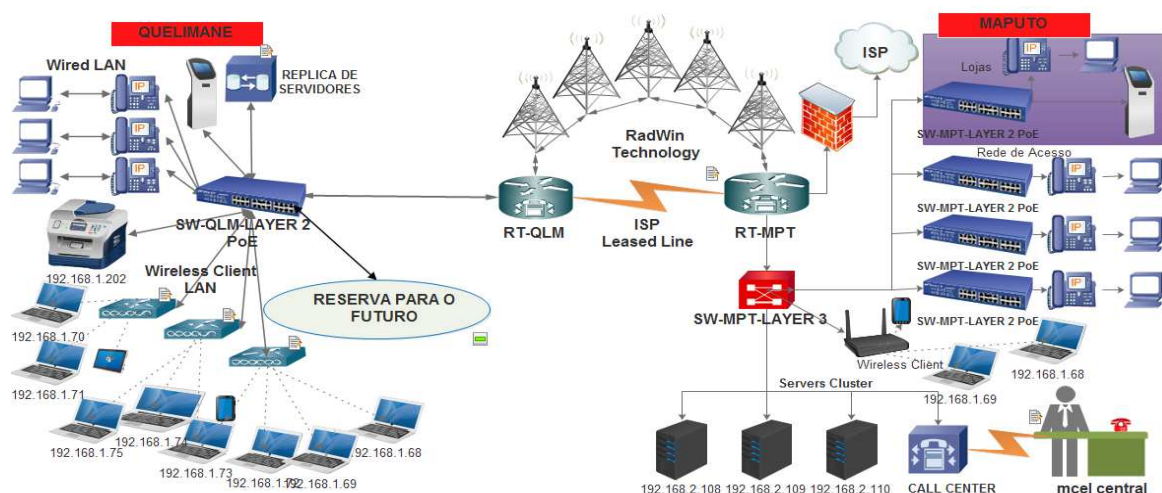


Figura 13 - Rede projectada para sucursal de Quelimane, (Fonte: Autor)

4.1.4 Formas de implementação

Visto que já existe uma rede de dados na sucursal da Mcel em Quelimane, apenas se fará a implementação de VoIP e *wireless* que ainda não existe o que não irá interromper o normal funcionamento da rede em produção de toda empresa em geral e a rede da sucursal da Mcel em Quelimane em particular, podendo ocorrer a interrupção na rede da sucursal da Mcel em Quelimane em uma escala muito reduzida de tempo.

Para implementar este projecto primeiro será colocado um hub com pelo menos 3 portas em funcionamento que receberá o sinal de forma temporária por uma das portas e distribuir nas outras duas portas onde estarão ligados o antigo e o novo roteador o antigo para poder não interromper o normal funcionamento da rede e o novo para poder ser configurado com a interligação da rede e ser testado em tempo real. Durante a configuração, do *switch* e roteador, será permitida a passagem de VLANs criadas no *switch* local para a sede da empresa e a passagem de todas as VLANs da sede da empresa para sucursal. Feito isso será substituído o roteador e o *switch* que se encontram em funcionamento pelos novos que possuem as novas configurações.

4.1.5 Equipamentos seleccionados para serem utilizados na sucursal da Mcel em Quelimane

Foi utilizado para o acesso pelos colaboradores um *switch* PoE com 48 portas com a especificação *WS-C3560X-48P-L* de modo a poder responder a necessidade de cerca de 30 utilizadores conforme os requisitos. Foram seleccionados cerca de 30 unidades dos mais recentes modelos de telefones IP com a especificação *CP-7945G-CCME* de modo a se poder aproveitar todas as funcionalidades de comunicação oferecidas pelos mesmos, foi escolhido o roteador *CISCO7204VXR-DC 7200 series* que possui a capacidade de fazer o roteamento do tráfego VoIP de modo a poder rotear o tráfego de e para sucursal da Mcel em Quelimane, foram seleccionados cerca de 3 *Access Points* com a especificação *AIR-CAP3602I-E-K9* de modo a cobrir toda a área da sucursal e permitir melhor acesso da rede. A cablagem seleccionada foi a categoria 5e de UTP, visto que é a cablagem mais utilizada pelas empresas e a adoptada pela empresa Mcel para o seu uso.

4.1.6 Características dos equipamentos escolhidos para serem utilizados na sucursal da Mcel em Quelimane⁹

a) WS-C3560X-48P-L

Segundo ROUTER-SWITCH.COM (2014), o *switch* Cisco Catalyst WS-C3560X-48P-L de 48 portas *Gigabit Ethernet* da camada 2, suporta PoE com quatro módulos operacionais e com *software* de rede que fornece flexibilidade, escalabilidade e funcionalidade extensiva, suporta IEEE 802.3 para alocar até 30W de energia em cada porta e cerca de 435W PoE para ligar telefones IP. Oferece um suporte de configuração até 255 VLANs e recursos abrangentes da camada 2. Foi projectado para camada de comutação mas, os clientes podem fazer a actualização do *software* nele contido através de compra de licenças para activar a camada 3, suporta cerca de 1005 VLANs e contém um módulo de fonte de alimentação por defeito.

b) CISCO7204VXR-DC 7200 series

Segundo ROUTER-SWITCH.COM (2014), é um roteador que atende a demanda por desempenho e flexibilidade, aumentando ainda mais a sua capacidade de processamento e permitindo recursos mais recentes do *software IOS* da Cisco. É um bom *gateway* da *Internet* e oferece alta performance com a opção de se conectar a um provedor de serviços usando portas *FastEthernet* ou *GigaEthernet onboard* ou um adaptador para WAN.

c) AIR-CAP3602I-E-K9

Segundo ROUTER-SWITCH.COM (2014), o *Access Point* Cisco Aironet 3600 Series inclui um novo *ClientLink 2.0* que pode melhorar o desempenho de qualquer dispositivo conectado ao *Access Point* independentemente da intensidade do sinal e categoria do fluxo espacial. O *Access Point* Cisco 3600 foi projectado para permitir que os utilizadores se conectam a rede sem nenhum problema a partir de qualquer dispositivo sem fio, mesmo aqueles com um sinal sem fio fraco. O seu desenho permite que se adicione módulos para suportar dispositivos de novos utilizadores.

d) CP-7945G-CCME

Segundo ROUTER-SWITCH.COM (2014), os telefones IP CP-7945G-CCME permitem tirar maior proveito das redes de voz e dados convergentes, mantendo a conveniência e facilidade

⁹ ANEXO 4. Imagens dos novos equipamentos para sucursal da Mcel em Quelimane

de uso que se espera de um telefone da empresa. Os Cisco *Unified IP Phones* podem ajudar a melhorar a produtividade, atendendo às necessidades de utilizadores em toda a organização.

4.2. Configurações

A rede da sucursal da Mcel em Quelimane foi configurada de modo a possibilitar com que todas as saídas para e de fora da empresa passem necessariamente pela sede da empresa em Maputo onde existe os mecanismos de segurança e roteamento para as outras sucursais e para fora da rede da empresa, deste modo na sucursal da Mcel em Quelimane fez-se as seguintes configurações:

- Foram criadas e configuradas VLANs no *switch* de acesso da sucursal de Mcel em Quelimane com a permissão da passagem de VLANs existentes na sede da empresa, nomeadamente as VLANs de voz, dados e de gestão. Localmente foi criada e reservada uma VLAN futura que entrará em funcionamento em caso do crescimento da rede.
- Foi usada a configuração do de roteamento das VLANs o *router – on – stick*, que segundo CISCO (2007), permite a criação de várias interfaces lógicas chamadas *subinterfaces* numa única interface física, o que permite suprimir a limitação de quantidade de portas existentes no roteador para fazer *trunk*.
- Nas portas do *switch* de acesso foi configurada a segurança das mesmas para aceitar até no máximo dois endereços MAC o do computador e o do telefone IP e em caso de a porta detectar um terceiro endereço MAC desliga-se.
- Nas portas em que se permitiu a passagem da VLAN *wireless*, ligou-se os cabos que irão conectar os *Access Point* de modo a distribuir o sinal da rede sem fio, deste modo foi permitida a passagem de VLAN *wireless* em 6 portas de modo a permitir uma alternativa de ligação em caso de falha de uma das portas visto que tem se 3 AP.
- O encapsulamento configurado é o HDLC que é o encapsulamento padrão dos dispositivos cisco e é o adoptado pela empresa Mcel e segundo CISCO (2007), nas ligações ponto-a-ponto, em caso de numa nas extremidades da rede ter sido configurado tipos diferentes de encapsulamento não haverá a comunicação entre os mesmos.
- O protocolo de roteamento utilizado é o OSPF que é o mais usado pelas grandes empresas na gestão das suas redes e é o adoptado pela empresa. OSPF possui inúmeras vantagens das quais destaca-se o menor tempo de convergência, (CISCO, 2007).

4.2.3 Funcionamento da nova rede da sucursal da Mcel em Quelimane

Todo o tráfego gerado na rede local da sucursal será processado pelo roteador local de borda que por sua vez irá enviar para *CallManager* na sede da empresa e este irá decidir onde enviar mediante o destino. Se o destino for local, dentro da empresa, matriz ou sucursais irá processar e depois enviar para o devido destino e se for para fora da rede irá processar e depois enviar para central telefónica da Mcel para a transmissão através da rede de transmissão da empresa.

Todo o tráfego gerado fora da rede para dentro da rede da sucursal da Mcel em Quelimane será primeiro processado pela central telefónica de Mcel e deste ser enviado para o call center e do call center para a sucursal da Mcl em Quelimane.

4.2.4 Período e recursos necessários para implementação

A implementação deste projecto irá obedecer a tabela abaixo no que concerne a quantidade de dias de implementação e a capacidade requerida em cada fase de implementação.

Dias	Descrição da tarefa	Capacidade Humana
1º dia	Lançamento de cabos, instalação de AP e distribuição de telefones IP	Montagem do equipamento.
3º dia	Configuração do equipamento e da rede.	Configuração do <i>Acess Point</i> , <i>wireless</i> e telefones IP, criação e de VLAN nos equipamentos.
3º dia	<i>Replacement</i> dos <i>switches</i> e Testes da nova infra-estrutura.	Análise e avaliação de desempenho do equipamento.
4º dia	Monitorização e <i>refreshment</i> aos utilizadores.	Monitoria e assistência técnica.

Tabela 1 – Fases de implementação do projecto e habilidades requeridas, (Fonte: Autor)

4.2.5 Custos de implementação do projecto

Os custos deste projecto estão divididos em dois grupos: custos de equipamentos e custos dos recursos humanos para fazer a implementação.

a) Custos dos equipamntos

Para a obtenção dos custos de equipamentos foram visitados vários sites de diversos fabricantes e vendedores de equipamento de modo a seleccionar aqueles que oferecem melhores preços dos produtos requeridos e nessa ordem, foi seleccionado o fabricante ROUTER – SWITCH e os preços dos equipamentos seleccionados estão na tabela abaixo. Em anexo está a tabela comparativa dos equipamentos de outros fabricantes comparados com o fabricante seleccionado.

Tipo	Designação	Quant.	Preço Médio (USD\$)	Preço Total (USD\$)
<i>Switch PoE 48 portas</i>	WS-C3560X-48P-L	1	3,556.00	3,556.00
<i>Router 7200 series</i>	CISCO7204VXR-DC	1	7,500.00	7,500.00
<i>Access Point (AP)</i>	AIR-CAP3602I-E-K9	3	897.00	2,691.00
<i>IP Phone</i>	CP-7945G-CCME	30	366.00	1,0980.00
Cabos	UTP	-	-	1,000.00
			Total	25,727.00

Tabela 2 – Preços dos equipamentos para sucursal da Mcel em Quelimane, (Fonte: ROUTER-SWITCH, 2015).

b) Custos dos recursos humanos para fazer a implementação

Quanto aos custos dos recursos humanos para fazer a implementação, há necessidade de técnicos com certificação internacional em voz, isto é, *Cisco Certified Network Associate Voice* (CCNA Voice), assim foram visitados vários *sites* que disponibilizam os valores pagos por hora a um técnico com essa certificação. Desta forma, para cerca de 3 técnicos os valores de deslocação, alojamento, alimentação e ganho por hora por técnico durante todos os dias previstos na tabela das fases de implementação do projecto estão na tabela abaixo:

Actividade	Quantidade de Técnicos	Duração	Preço Unitário em (USD)	Preço Total em (USD)	Fonte
Deslocação	3	2 dias	\$163	\$978	http://www.lam.co.mz/
Alojamento	3	3 dias	\$100	\$900	www.booking.com/guest-house/city/mz/
Alimentação	3	4 dias	\$100	\$1200	www.booking.com/guest-house/city/mz/
Ganho por hora	3	24 horas	\$33	\$2376	http://www.payscale.com
			Total	\$5454	

Tabela 3 - Custos dos recursos humanos, (Fonte: Autor)

Desta forma, juntando os custos dos equipamentos e os custos dos recursos humanos o valor total da implementação do projecto é de cerca de 31,181.00 \$USD o que corresponde a cerca de 1, 091,335.00 MTN no câmbio do dia (35.00 MTN).

4.2.6 Proposta de redundância local proposta para a sucursal da Mcel em Quelimane

Neste projecto propõem-se uma redundância LAN de modo que em caso de qualquer queda de algum equipamento a rede se restabeleça sem que o utilizador final perceba. Deste modo propõem-se o protocolo *Hot Standby Redundancy Protocol* (HSRP) como *First Hop Redundancy Protocol*. As razões que ditaram a sua escolha são por o mesmo ser um protocolo proprietário da Cisco e uma vez que a empresa apostou em usar uma linhagem de equipamentos Cisco, o mesmo irá funcionar sem sobressaltos com os equipamentos e oferecerá uma boa comunicação entre os mesmos.

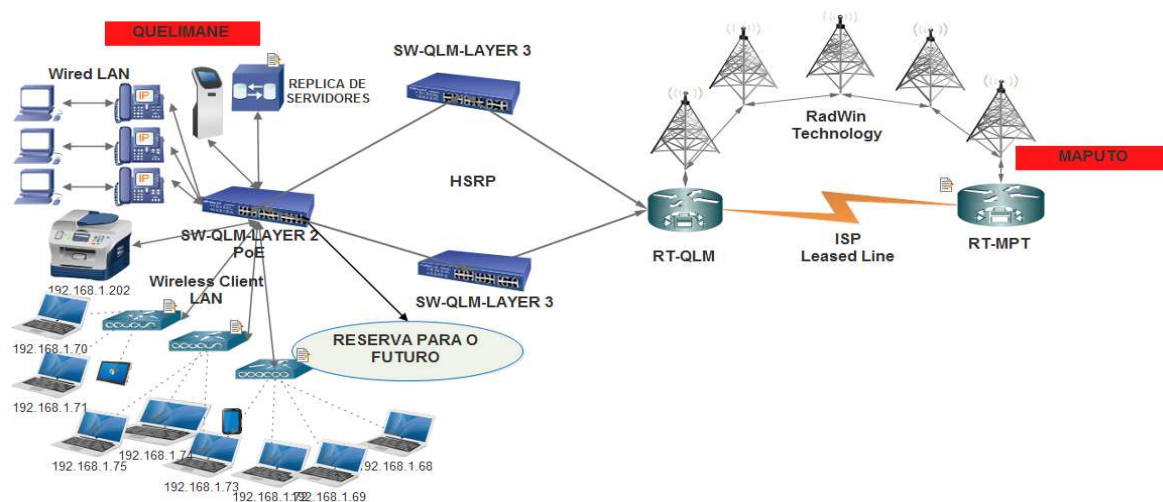


Figura 14 - Redundância local proposta para sucursal da Mcel em Quelimane, (Fonte: Autor)

Com a alteração da topologia da rede há também alteração de custos no que concerne aos equipamentos pois estes aumentam de quantidade assim, os custos passam a ser conforme a tabela abaixo:

Tipo	Designação	Quant.	Preço Médio (USD\$)	Preço Total (USD\$)
Switch PoE 48 portas	WS-C3560X-48P-L	1	3,556.00	3,556.00
Multilayer Switch	WS-C3750X-24T-L	2	1,306.00	2,612.00
Router 7200 series	CISCO7204VXR-DC	1	7,500.00	7,500.00
Cabo serial	CAB-SPWR-150CM	2	117.00	234.00
Access Point (AP)	AIR-CAP3602I-E-K9	3	897.00	2,691.00
IP Phone	CP-7945G-CCME	30	366.00	10,980.00
Cabos	UTP	-	-	1,000.00
			Total	28,573.00

Tabela 4 - Preços dos equipamentos com redundância local, (Fonte: ROUTER-SWITCH, 2015)

Com a implementação da redundância local os custos de implmentação passam a ser cerca de 34,027.00 \$USD o que corresponde a cerca de 1, 190,945.00 MTN no câmbio do dia (35.00 MTN).

4.2.7 Esquema de simulação da rede com *packet tracer*

Depois do desenho do esquema da rede com *Edraw Max* fez se a smulação com o simulador *packet tracer* e as imagens da simulação obtidas com redundância e sem redundância estão abaixo:

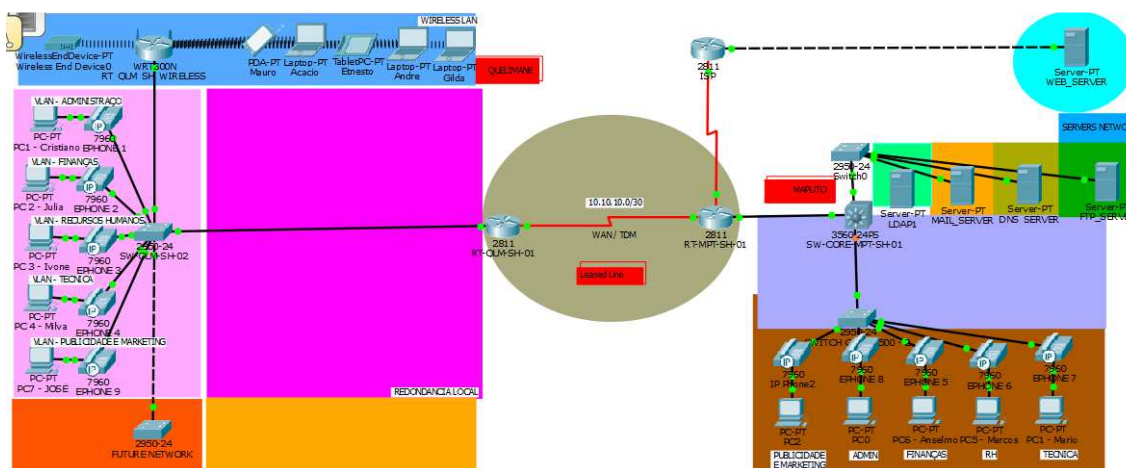


Figura 15 - Rede proposta para sucursal da Mcel em Quelimane sem redundancia local, simulada com packet tracer, (Fonte: Autor)

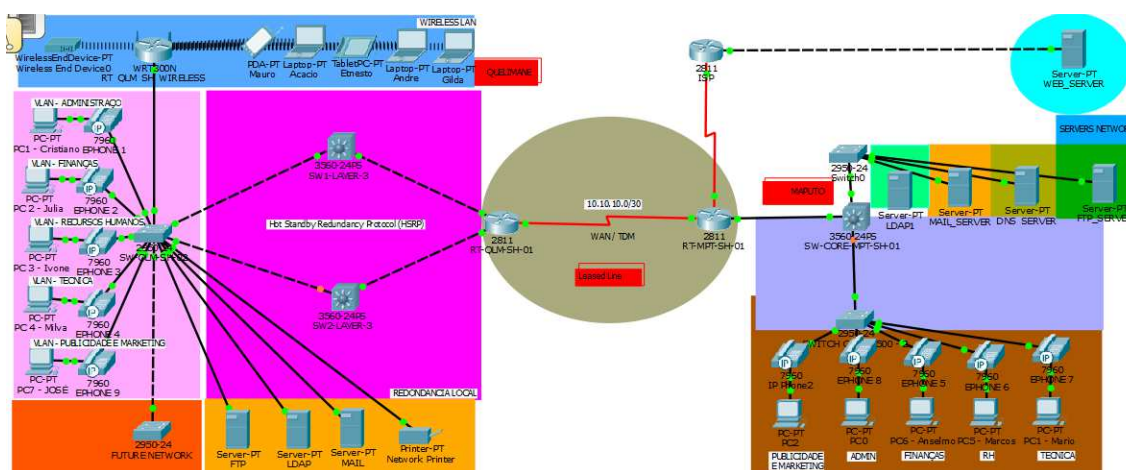


Figura 16 – Rede proposta para sucursal da Mcel em Quelimane com redundancia local, simulada com packet tracer, (Fonte: Autor)

Conforme pode ser visto na figura acima, a rede é composta por dados, VoIP e wireless todos

estão separados através de VLANs criados no *switch* e geridos pelo roteador de borda. Tanto os utilizadores da rede a cabo como os utilizadores da rede sem fio têm acesso total aos serviços de toda rede corporativa e a todas sucursais da empresa.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDACÕES

5.1 Conclusões

A realização deste projecto tornou-se bastante interessante pois permitiu novas aprendizagens no que diz respeito a tecnologia VoIP e oportunidade de interacção com uma rede corporativa de uma grande empresa como a da Mcel. Permitiu ainda fazer um estudo da actual rede da sucursal da Mcel em Quelimane, o que possibilitou a identificação dos problemas nela existentes o que facilitou a realização de levantamento dos requisitos necessários de modo a poder desenhar a solução para aquela sucursal.

Foi possível fazer estudo da viabilidade da implementação da rede de VoIP e a rede *wireless* na sucursal da Mcel em Quelimane e a avaliação e levantamento de custos e benefícios da implementação da mesma. Fez-se a projecção, desenho, configuração e simulação da rede de VoIP e *wireless* proposta usando *softwares* de simulação com a implementação do protocolo de redundância HSRP que irá permitir com que em caso da falha de um dos *switches*, o outro continue a transmitir sem paralisação notável para os utilizadores da rede. Apesar de a solução proposta basear-se em simulações pode-se afirmar que foram alcançados os objectivos pretendidos com este projecto.

5.2 Recomendações

Em caso de falha do ISP disponibilizador da linha alugada ou falha da linha de backup *radwin* usada na empresa os utilizadores não possuem a possibilidade de exercer as suas actividades pois, para aceder todos os equipamentos da rede os utilizadores autenticam-se na sede da empresa assim, recomenda-se a criação de réplicas de servidores de autenticação, de serviços básicos tais como e-mail e de outros serviços que não necessitam de respostas em tempo real em todas as sucursais da Mcel de modo com que em caso de falha de tanto da *leased line* assim como da linha de *backup (radwin)*, os colaboradores consigam se autenticar localmente e poderem realizar pelo menos as tarefas básicas.

Em caso de falha do *switch* que faz a interligação directa com o roteador de borda acontece a paralisação da conexão com a sede da empresa e consequentemente com outras sucursais da empresa, deste modo recomenda-se a implementação do protocolo de redundância local da Cisco em todas as sucursais da empresa denominado *Hot Standby Router Protocol (HSRP)* do *First Hop Redundancy Protocol* que possibilita com que os utilizadores veja um *gateway* virtual entre dois *gateways* físicos reais.

Visto que o *trunk* é a conexão principal do roteamento das VLAN que transportam o VoIP e dados de e para Quelimane, recomenda-se a utilização no *switch* de mais de uma porta como *trunk* para que em caso de desconexão de uma das portas as outras continuar a fazer o *trunking* e deste modo não haver a paralisação de transmissão. Neste caso pode se utilizar os protocolos de agregação de portas como *etherchannel* que possibilita com que várias portas sejam entendidas como uma e única e em caso de “queda” de uma ou mais portas a largura de banda transportada continuar a mesma.

Dado que se trata de uma rede em pleno crescimento em que se projecta ser uma rede muito maior a curto e médio prazo, recomenda-se o uso de rótulos nos cabos de ligação dos *switches* e *routers* até aos terminais de acesso de modo a facilitar na busca e solução de problemas em tempo útil na rede em caso de ocorrência de uma determinada falha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DANTAS, Mario. *Tecnologias de Redes de Comunicação e Computadores*. Rio de Janeiro: Axel Books, 2002.
- MARCONI, M. d., & LAKATOS, E. M. (2011). *Metodologia científica* (6ª Edição ed.). São paulo, Brazil: Atlas.
- MATTAR, J. (2008). *Metodologia científica na era de informática* (3ª Edição - revista e actualizada ed.). São Paulo: Saraiva.
- SEVERINO, A. J.; *Metodologia do trabalho científico*. São paulo: Edição revista e actualizada ed., Cortez Editora, 2010.
- SILVA, Dalton José da;. *Análise de Qualidade de Serviços em Redes Corporativas*.
- SOUSA, Lindeberg Barros de;. *Redes de Computadores*. São Paulo: Érica, 1999.
- TANEMBAUM, Andrew S.;. *Redes de Computadores*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- ANDRADE at al. “Comunicação através da tecnologia VoIP.” *Faculdades Unidas do Vale do Araguaia*. 2012.
<http://www.univar.edu.br/revista/downloads/tecnologiavoip.pdf> (acedido em 20 de Março de 2015).
- AUGUSTO, Luiz. *Rede de computadores*. Dezembro de 2010.
<http://sites.google.com/site/pedrocorreialopesfilho/redes.p> (acedido em 20 de Março de 2015).
- BATTISTI, Júlio. *Comunicação de Dados e Redes de Computadores* . 2015.
<http://www.juliobattisti.com.br/loja/detalheproduto.asp?CodigoLivro=RED0000040> (acedido em 20 de Março de 2015).
- BRAINWORK. *Blog brainwork*. 2014. <http://brainwork.com.br/page/3/> (acedido em 20 de Março de 2015).
- CISCO. *Cisco 1841 Integrated Services Router*. 1 de Novembro de 2011. (acedido em Junho de 2015).
- CISCO. Cisco. *Understanding Voice over IP Protocols*. (CISCO). 26 de Fevereiro de 2002 (acedido em 04 de Março de 2015)
https://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/tech/tk587/c1506/ccmigration_09186a008012dd36.pdf
- CLOUDCAMPUS,. *CloudCampus*. 2 de Junho de 2015. <http://blog.ccna.com.br/> (acedido em 06 de Junho de 2015).

- GALLO, Hancock. *Comunicação entre Computadores e Tecnologias de Redes*. Thomson Pioneira, 2003.
- GRANDSTREAM. “Innovative IP Voice & Video.” *Grandstream Networks*. Fevereiro de 2007.
http://www.grandstream.com/user_manuals/HT386_User_Manual.pdf (acedido em 11 de Abril de 2015).
- IPPHONE. *Ipphone-wherahouse*. 25 de Janeiro de 2015. <http://www.ipphone-warehouse.com> (acedido em 20 de Maio de 2015).
- IPSWITCH. *Simply Powerful Tools for IT Teams*. 2015. <http://www.ipswitch.com/> (acedido em 13 de Maio de 2015).
- ITILv3. *Wikipedia*. 19 de Maio de 2015. <http://pt.wikipedia.org/wiki/ITILv3> (acedido em 2 de Junho de 2015).
- MARCONI, Marina de Andrade, e Eva Maria LAKATOS. “Metodologia da Pesquisa Científica.” *Metodologia do Trabalho Científico*. Atlas. 2011. www.cesed.br (acedido em 20 de Março de 2015).
- MCEL. *Estamos Juntos*. 2013. http://www.mcel.co.mz/Portal_Website/ (acedido em 20 de Dezembro de 2014).
- MORIMOTO, Carlos Eduardo. *Hardware manual completo*. 2008.
www.gdhpress.com.br/hmc/leia/index.php?p=cap13-8 (acedido em 20 de Março de 2015).
- OLIVEIRA, Alexandre Ponce de. *Redes de Computadores ALL Net*. 2002.
www.allnetcom.com.br/upload/Rede%20de%20Computadores%20-%20I.pdf (acedido em 11 de Fevereiro de 2015).
- RADWIN. (01 de Setembro de 2013). *RADWIN*. Obtido em 12 de 03 de 2015, de Hub Site Synchronizatio over Ethernet (HSSoE):
<http://www.dateline.ru/resources/Radwin/HSSoE-application-note.pdf>
- RIOS, Renan Osório;. “Protocolos e Serviços de Redes.” *Rede e-Tec Brasil*. 2012.
http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infor_comun/tec_inf/081112_protoserv_redes.pdf (acedido em 20 de Março de 2015).
- SEVERINO, Antonio Joaquim;. *Metodologia do Trabalho Científico*. São Paulo: Cortez, 2007.
- TELECO. *Inteligência em Telecomunicações*. 2015. <http://www.teleco.com.br/> (acedido em 20 de Março de 2015).

BIBLIOGRAFIA

- DANTAS, Mario. *Tecnologias de Redes de Comunicação e Computadores*. Rio de Janeiro: Axel Books, 2002.
- FARREL, Adrian;. *A Internet e seus protocolos*. São paulo: Campus, 2005.
- FOROUZAN, Behrouz A. *Comunicação entre Computadores e Tecnologias de Redes*. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- KUROSE, James F., e Keith W. ROSS. *Computer Networking*. Ashwitha Jayakumar, 2013.
- LAKATOS, Eva Maria ; MARCONI, Marina de Andrade;. *Metodologias Científica*. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 1992.
- MATTAR. *Pesquisa de Marketing*. 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2001.
- PETERSON, Larry L., e Bruce S. DAVIE. *Redes de Computadores (Uma abordagem de Sistemas)*. Brasil: Campus, 2004.
- SILVA, Dalton José da;. *Análise de Qualidade de Serviços em Redes Corporativas*. 2008
- SIMON, L. J.;. *Basic Research Methods in Social Sciences*. New York: Random House, 1969.
- SOUSA, Lindeberg Barros de;. *Redes de Computadores*. São Paulo: Érica, 1999.
- TANEMBAUM, Andrew S.;. *Redes de Computadores*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- TORRES, Gabriel;. *Redes de Computadores: curso completo*. Rio de Janeiro: Axel Books, 2004.
- ABDULA, Mariamo Amade. *Ensaio de Reordenamento da Unidade Kansa - 1º Bairro Cidade de Quelimane*. Outubro de 1997.
<http://www.saber.ac.mz/bitstream/10857/2422/1/Gt-001.pdf> (acedido em 20 de Março de 2015).
- ANDRADE at al. “*Comunicação através da tecnologia VoIP*.” Faculdades Unidas do Vale do Araguaia. 2012.
<http://www.univar.edu.br/revista/downloads/tecnologiavoip.pdf> (acedido em 20 de Março de 2015).
- AUGUSTO, Luiz. *Rede de computadores*. Dezembro de 2010.
[ttp://sites.google.com/site/pedrocorreialopesfilho/redes.p](http://sites.google.com/site/pedrocorreialopesfilho/redes.p) (acedido em 20 de Março de 2015).

- BATTISTI, Júlio. *Comunicação de Dados e Redes de Computadores*. 2015. <http://www.juliobattisti.com.br/loja/detalheproduto.asp?CodigoLivro=RED0000040> (acedido em 20 de Março de 2015).
- BRAINWORK. *Blog brainwork*. 2014. <http://brainwork.com.br/page/3/> (acedido em 20 de Março de 2015).
- CLOUDCAMPUS,. *CloudCampus*. 2 de Junho de 2015. <http://blog.ccna.com.br/> (acedido em 06 de Junho de 2015).
- CISCO. *Cisco 1841 Integrated Services Router*. 1 de Novembro de 2011. 7 (acedido em Junho de 2015).
- CISCO. *Cisco Certified Network Associate*. San Francisco, Junho de 2007. “*Understanding Voice Over IP Protocols*.” Cisco live! Let's built tomorrow today. 26 de Fevereiro de 2002. https://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/tech/tk587/c1506/ccmigration_09186a008012dd36.pdf (acedido em 25 de Março de 2015).
- CISCO SYSTEMS INC. “*Network Working Group - Request for Comments: 2916 - Category: Standards Track*.” RFC Editor. Setembro de 2000. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2916.txt> (acedido em 10 de Abril de 2015).
- EPUSP. *PACE – Escola Politécnica da USP*. 2012. <https://paceeusp.wordpress.com/> (acedido em 10 de Abril de 2015).
- GALLO, Hancock. *Comunicação entre Computadores e Tecnologias de Redes*. Thomson Pioneira, 2003.
- GRANDSTREAM. “*Grandstream Networks*” Innovative IP Voice & Video. Fevereiro de 2007. http://www.grandstream.com/user_manuals/HT386_User_Manual.pdf (acedido em 11 de Abril de 2015).
- IPPHONE. *Ipphone-wherahouse*. 25 de Janeiro de 2015. <http://www.ipphone-warehouse.com> (acedido em 20 de Maio de 2015).
- IPSWITCH. *Simply Powerful Tools for IT Teams*. 2015. <http://www.ipswitch.com/> (acedido em 13 de Maio de 2015).
- ITILv3. *Wikipedia*. 19 de Maio de 2015. <http://pt.wikipedia.org/wiki/ITILv3> (acedido em 2 de Junho de 2015).
- JDSU;. “*VoIP Overview*” JDSU.. 21 de Outubro de 2002. <http://www.jdsu.com/ProductLiterature/voipterm-wp-acc-tm-ae-0210.pdf> (acedido em 11 de Janeiro de 2015).

- MACEDO, Luis Gustavo Junqueira de. *Soluções de Balanceamento e Contigências em Circuitos WAN (Monografia)*. 20 de Dezembro de 2008.
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/15976/000695274.pdf?sequence=1>
(acedido em 12 de Março de 2015).
- MARCONI, Marina de Andrade, e Eva Maria LAKATOS. “Metodologia da Pesquisa Científica.” *Metodologia do Trabalho Científico*. Atlas. 2011. www.cesed.br (acedido em 20 de Março de 2015).
- MERCADO LIVRE. *Mercado livre*. 6 de Janeiro de 2015.
<http://lista.mercadolivre.com.br> (acedido em 10 de Maio de 2015).
- MCEL. *Estamos Juntos*. 2013. http://www.mcel.co.mz/Portal_Website/ (acedido em 20 de Dezembro de 2014).
- MORIMOTO, Carlos Eduardo. *Hardware manual completo*. 2008.
www.gdhpress.com.br/hmc/leia/index.php?p=cap13-8 (acedido em 20 de Março de 2015).
- NETWORKS, 3S. *3s networks*. 02 de Janeiro de 2015.
<http://www.3snetworks.com.br/a-empresa/metodologias/> (acedido em 20 de Abril de 2015).
- NEWGG. *Newgg*. 7 de Fevereiro de 2015. <http://www.newegg.com> (acedido em 10 de Maio de 2015).
- OLIVEIRA, Alexandre Ponce de. *Redes de Computadores ALL Net*. 2002.
www.allnetcom.com.br/upload/Rede%20de%20Computadores%20-%20I.pdf
(acedido em 11 de Fevereiro de 2015).
- RADWIN. *Portafolio del Radwin 2000 - Soluciones punto a punto para transportador*. Setembro de 2013.
<http://www.winncom.com/docs/radwin/RADWIN2000-web.pdf> (acedido em 12 de Março de 2015).
- RIOS, Renan Osório;. “Protocolos e Serviços de Redes.” *Rede e-Tec Brasil*. 2012.
http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infor_comun/tec_inf/081112_protoserv_redes.pdf (acedido em 20 de Março de 2015).
- ROUTER-SWITCH. *Router-switch.com*. 10 de Fevereiro de 2014. <http://www.router-switch.com> (acedido em 10 de Maio de 2015).
- SEVERINO, Antonio Joaquim;. *Metodologia do Trabalho Científico*. São Paulo: Cortez , 2007.

- SEVERINO, A. J.; *Metodologia do trabalho científico*. São paulo: Edição revista e actualizada ed., Cortez Editora, 2010.
- SOUSA, Marcelo Tavella de;. *Transmissão de Dados via Rede Sem Fio utilizando WiMAX*. 2006. bibdig.poliseducacional.com.br/document/?down=87 (acedido em 10 de Março de 2015).
- SNNANGOLA. *Switching News Network Angola (SNN Angola)*. 15 de Dezembro de 2011. <https://snnangola.wordpress.com/2011/12/15/encaminhamento-de-broadcast-a-servidor-dhcp-por-detras-de-roteador-em-vlans-usando-ip-helper-address/> (acedido em 10 de Fevereiro de 2015).
- TELECO. *Inteligência em Telecomunicações*. 2015. <http://www.teleco.com.br/> (acedido em 20 de Março de 2015).

ANEXOS