



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELECTRÓNICA

Trabalho de Licenciatura

Laboral

**Implementação de PABX Através do Protocolo IPv4
Caso de Estudo: Ministério de Industria e Comércio**

Autor:

Isaias Julio Marronda

Supervisora:

Eng^a Ivone Cipriano

Maputo, 2022

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELECTRÓNICA

Trabalho de Licenciatura

Laboral

**Implementação de PABX Através do Protocolo IPv4
Caso de Estudo: Ministério de Industria e Comércio**

Autor:

Isaias Julio Marronda

Supervisora:

Eng^a Ivone Cipriano

Maputo, 2022

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DE TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante

entregou no dia ___/___/20__ as _____ cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com a referência: _____

intitulado: _____

Maputo, ___ de _____ de 20__

Chefe de Secretaria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Isaias Julio Marronda, Declaro por minha honra que este trabalho de licenciatura do curso de engenharia electrónica nunca foi apresentado na sua essência para obtenção de qualquer nível, ele é resultado do meu labor individual.

(Isaias Julio Marronda)

Dedicatória

À minha família e em especial minha mãe Judite Teresa Tembe que, me acompanha todos os dias me dando amor, suporte e ensinando continuamente.

À meus amigos que têm ajudando bastante com carinho e ajuda no mundo estudantil.

Agradecimentos

Agradeço a Deus todo poderes por me dar a vida família amigos docentes e educação. Agradeço a Ele por me ajudar a realizar sonhos.

A minha mãe que desde sempre investe em mim com amor, carinho e paciência na minha educação e formação para vida.

O meu muito obrigado a minha supervisora, engenheira Ivone Cipriano, pela compreensão, crítica, ensinamento e sobre tudo muita paciência ao longo do trabalho.

Da mesma forma agradeço a todos os funcionários e colaboradores da Universidade Eduardo Mondlane, especialmente os da faculdade de Engenharia por terem criado condições para o pleno funcionamento da instituição e conseqüentemente na minha formação. Agradeço também em particular o coordenador de Trabalho de licenciatura e estagio profissional Engenheiro Garzon, pela paciência e compreensão durante o decorrer do trabalho.

Agradeço aos meus amigos pelo apoio e carinho que demonstram ao longo dos anos de luta intensa pelo saber, agradeço em especial O Kosse Nate Jege, valente Machavel, e Clitónia Matavel.

O meu muito obrigado a meus irmãos Turj, Rui e Argentina pela ajuda com material e compreensão durante a pesquisa e teste do projecto, agradeço irmãos!

Finalmente agradeço a todos os leitores que irão dedicar seu tempo precioso para a leitura deste trabalho.

Resumo

O trabalho teve como objectivo implementar PABX IP para caso de estudo ministério da Indústria e Comércio para uso na comunicação interna durante as actividades diárias, onde o problema de estudo foi de que forma maximizar o uso de recursos de rede de computadores já implantados nas organizações. Fez-se um estudo quantitativo de natureza descritiva que permitiu validar a existência de instituições com estrutura de rede de computadores que podem ainda serem usados para mais uma função benéfica a instituição, paralelamente fez-se pesquisa bibliográfica acerca de redes de computadores, tecnologia VoIP e PABX, instalação, simulação e configuração de software Asterisk, análise da escolha de codificadores e impacto económico da implementação da PABX usando protocolo IPv4. O estudo facultou reduzir custos de comunicação, interna em organizações com estrutura e rede de computadores, aplicar a tecnologia para resolução de problemas, facilitar rotinas de trabalho em organizações e fazer análise económica. Com estudo conclui-se que as rede de computadores local pode ser usada também para a comunicação interna com boa qualidade de voz nas organizações o que propicia a diminuição de custos de comunicação entre membros da organização e contribui no auxílio das actividades diárias das organizações.

Palavras-chave :Rede Redes de computadores, VoIP, pabx

Índice

Índice de tabelas.....	vi
Lista de abreviaturas e siglas	vi
1. Capítulo I- Introdução.....	viii
1.1. Nota introdutória	viii
1.2. Justificativa	ix
1.3. Formulação do problema.....	x
1.4. Objectivos	xi
1.4.1. Objectivo geral	xi
1.4.2. Objectivos específicos	xi
1.5. Metodologia	xi
1.6. Estrutura de trabalho.....	xii
2. Capítulo II- Resumo teórico	1
2.1. Conceito de rede de computadores.....	1
2.2. Dispositivos de redes de computadores	2
2.3. Classificação das redes de computadores.....	3
2.3.1. Quanto a extensão geográfica.....	3
2.3.2. Quanto a topologia	4
2.3.3. Quanto ao meio de transmissão	6
2.4. Protocolo IP	8
2.4.1. UDP	10
2.4.2. TCP	11
2.5. Endereçamento IP.....	11
2.6. PABX	12
2.6.1. Funções de PABX	13
2.7. VoiP	15
2.7.1. Protocolos VOIP	16
2.7.2. Protocolos de sinalização.....	16
2.7.2.1. SIP	17
2.7.2.2. IAX	17
2.7.3. Protocolos de transporte	18
2.7.3.1. RTP.....	18
2.7.3.2. RTPC.....	18
2.8. Qualidade de serviço	19

2.8.1.	IntServ	20
2.8.2.	diffServ	21
2.9.	PABX IP	22
2.9.1.	Arquitectura de PABX IP	23
2.9.2.	Funcionamento de PABX IP	24
2.9.3.	Codec de voz	24
2.9.4.	Asterisk.....	26
2.9.4.1.	Arquitectura do Asterisk.....	26
2.9.4.2.	Modos de operação.....	28
2.9.4.4.	Tipos de terminais VOIP usados com Asterisk.....	29
2.9.4.5.	FreePBX.....	30
3.	Capítulo-IV Desenvolvimento	31
3.1.	Requisitos para implementação	31
3.1.1.	Estrutura da rede	31
3.1.2.	Servidor PABX IP	32
3.1.3.	Dispositivos de áudio	32
3.2.	Descrição do projecto	32
3.3.	Acesso e configurações do servidor.....	33
3.4.	Configuração do endereço IP de servidor estático como estático.....	33
3.5.	Configurar <i>firewall</i>	34
3.6.	Criação de ramais.	34
3.7.	Configuração de correio de voz	35
3.8.	Configuração de IVR.....	36
3.9.	Configuração de conferências de chamadas.....	36
3.10.	Codificadores.....	37
3.11.	Modo de operação do servidor	37
3.12.	Configuração de dispositivos de áudio para <i>hosts</i>	38
3.13.	Configuração de <i>softphone</i>	38
3.14.	Avaliação de económica.....	39
4.	Considerações finais e recomendações	40
4.1.	Conclusão	40
4.2.	Recomendações.....	41
5.	Bibliografia	42
5.1.	Referências bibliográficas	42

Índice de figuras

Figura 1-- exemplo de rede de computadores.....	2
Figura 2-topologia ponto a ponto de rede de computadores.....	4
Figura 3-topologia em anel	5
Figura 4--topologia barramento de rede de computadores.....	5
Figura 5--topologia estrela de redes de computadores.....	6
Figura 6-arquitectura do modelo OSI arquitectura da internet.....	8
Figura 7-protocolos que operam em diferentes camadas da arquitectura de internet.....	8
Figura 8-implementação de Qos-método serviços integrados	21
Figura 9--arquitectura de PABX IP.....	24
Figura 10-arquitectura de Asterisk.....	27
Figura 11-modo de operação sip proxy.....	28
Figura 12-Asterik em modo centralizado	29
Figura 13-interligação de componentes do sistema	31
Figura 14-IP para configuração do servidor	33
Figura 15-configuracao de rede	34
Figura 16-criação do ramal.....	35
Figura 17-tela inicia de 3cxe.....	39
Figura 18-tela inicial de instalação de FreePbx	B
Figura 19-tela inicial de configuracao do Asterisk atraves do freepbx	C
Figura 20-auscutador com entrada e saída de áudio através do conector de 3.5mm	D
Figura 21- conector com adaptador com Bluetooth para computadores sem Bluetooth.....	D
Figura 22-auscutador com entrada e saída de áudio através da porta USB.....	E
Figura 23-Conector de 3.5mm para saída e entrada de áudio no computador.....	E

Índice de tabelas

Tabela 1-classificacao de redes de computadores quanto a extensão geográfica/tamanho	4
Tabela 2-capacidade de transmissão de tecnologias Ethernet.....	7
Tabela 3-capacidades de transmissão de tecnologias wireless	7
Tabela 4-comparação de centrais privadas	13
Tabela 5-comparação de PABX convencional e IP	23
Tabela 6-caracteristicas de codec usados em VoIP.....	25

Lista de abreviaturas e siglas

SIGLA	DESCRIÇÃO
COVID19	Doença infecciosa causada pelo virus SARS-CoV-2
DTMF	Dual Tone Multifrequency
GSM	Global system for Mobile Comunication
IP	Internet Protocolo
ITU	International Telecommunications Unios

PABX	Private Automatic Branch Exchang
QoS	Quality Of servisse
Hardware	Parte física interna ou externa de dispositivo electrónico
Firewall	Barreira de protecção que ajuda a bloquear conteúdo malicioso nos computadores
PIN	Sigla para número de identificação pessoal
Software	Parte lógica de dispositivos electrónicos cuja função é fornecer instruções para o <i>hardware</i> .

1. Capítulo I- Introdução

1.1. Nota introdutória

Observa-se actualmente uma diversidade de transformações que de forma recorrente vêm impactando a sociedade no seu todo. As reestruturações que se verificam praticamente em todos os ambientes laborais, a começar pelo modelo de funcionamento das organizações até as formas de comunicar, sofreram mudanças dinâmicas de forma generalizada. Hoje, relaciona-se o desenvolvimento de uma sociedade com o poder económico desta, em que as organizações adoptam mudanças com o propósito de elevar os seus lucros, maximizar os seus recursos físicos e humano oferecendo serviços ou produtos de forma eficiente.

Com o desenvolvimento dominante da tecnologia, para a realização de diferentes tarefas, encontram-se actualmente disponíveis uma diversidade de recursos tecnológicos. Incorporar nas organizações tecnologias que auxiliam o desenvolvimento das actividades deixou de ser algo supérfluo passando para necessidade de prioridade fundamental.

Entretanto, entende-se que a comunicação é a base fundamental para o crescimento das organizações, seja esta, comunicação verbal presencial ou provida por recursos tecnológicos. Paralelamente o estudo de diferentes modos de aplicar a tecnologia para manter as instituições financeiramente e socialmente saudáveis são algo importante, este é um dos aspectos base que diferencia a forma de funcionamento das organizações. PABX é uma tecnologia de comunicação que foi amplamente usada e difundida nas décadas passadas em virtude dos serviços de FAX e comunicação de voz que esta oferece.

O crescente uso das tecnologias digitais tem trazido vantagens na oferta de diferentes serviços impactando igualmente na reestruturação das organizações. Consequentemente, as redes de comunicação de dados estão presentes em praticamente todas as organizações e estas vem contribuindo para ofertas de serviços com maior qualidade.

Saber incorporar as tecnologias de forma a maximizar os recursos torna se fundamental no presente seculo. Deste modo o presente trabalho pretende implementar uma PABX usando o protocolo IPV4.

1.2. **Justificativa**

Nos últimos tempos observa-se uma diversidade de transformações que vem ocorrendo em todas as sociedades. Muitas destas motivadas pelas necessidades de melhorar a vida do Homem. Paralelamente, as instituições procuram por mecanismos que simplifiquem as actividades laborais.

Segundo (Pereira & Martins 2019) a implementação de PABX sobre VoIP vem sendo adoptado por muitas instituições devido a necessidade de se encontrar soluções económicas de modo a manter o equilíbrio financeiro.

Assim o tema Implementação de PABX usando o Protocolo IPv4 apresentado neste trabalho mostra-se ser oportuno e fundamental na era actual. Visto que a maior parte das organizações funcionam alicerçadas nas redes de computadores. Há necessidade de maximizar o uso de recursos existentes em instituições em acções para aumento da produtividade bem como facilidade das actividades rotineira nas organizações.

Por outro lado organizações vêm procurando maneiras de se destacar implementando formas de simplificar o trabalho dos seus colaboradores e maximizar os rendimentos. De igual maneira as organizações procuram sobreviverem a situações pandémicas como COVID19 implementando acções que reduzam o incremento das despesas acrescidas na sua contenção.

Desta forma o desenvolvimento deste trabalho irá contribuir na maximização de recursos de rede existentes em organizações, na simplificação das actividades laborais das organizações, no aumento de instrumento de trabalho em organizações, na redução de contágios dentro organização, redução de deslocamentos desnecessários de um ponto para outro nas organizações

Por fim para o autor, esta pesquisa irá aprofundar os seus conhecimentos e desenvolver competências relacionadas a sistemas de computadores e comunicação VoIP.

1.3. Formulação do problema

A base para o funcionamento de qualquer organização é a comunicação, a ausência deste requisito pode contribuir para o mau desempenho das actividades.

Para um melhor entendimento entre as pessoas, a fala verbal toma-se como a melhor opção. Entretanto, no ambiente laboral, as organizações são normalmente estruturadas por departamentos ou repartições. Os recursos humanos que compõem os sectores, encontram-se por vezes dispersos em espaços físicos diferentes.

Nos dias de hoje, grande número de actividades são realizadas por meio de computadores o que obriga as organizações a implantarem redes de computadores locais (LAN) ou ainda conectar os seus dispositivos a Internet. Os computadores ou outros equipamentos necessários para a realização das actividades diárias por vezes não são explorados completamente, isto é, estes podem ser empregues para diferentes aplicações.

Em virtude ao cenário pandémico de covid19 que se vivencia, as organizações devem dar continuidade a sua actividade, reduzindo o contacto físico entre pessoas e evitando deslocar-se de um ponto para outro sempre que possível. Esta medida proporciona taxas de redução da propagação da covid19. Porém, verifica-se que grande número de organizações tem tido despesas acrescidas por conta da observância dos vários protocolos da COVID19.

Face a propagação do vírus, muitas organizações, usam diferentes tecnologias como alternativa em continuidade as suas actividades. Especificamente, para a comunicação verbal tem-se recorrido as plataformas digitais, nomeadamente zoom, Skype, whatsapp, googlemet. Para o uso destas tecnologias é fundamental que os dispositivos estejam conectados a internet e isto pressupõe um gasto de comunicação adicional para a empresa com impacto na economia. Nos casos em que na comunicação dispensa-se a visualização de imagens faciais, ou pretende-se manter uma comunicação pontual verbal, usa-se como uma das alternativas a ligação telefónica tradicional ou por meio de telemóvel, que também acarretam custos.

De acordo com o Lobo (2003), o mundo está sendo actualmente marcado por cenários de constantes mudanças sociais, económicas, políticas e tecnológicas que requerem das organizações um alto padrão de competitividade e estratégias para se manter.

Grande parte destas empresas tem implantado diferentes recursos tecnológicos como rede de computadores, entre outros. Percebe-se um uso subaproveitado desses recursos, embora pudessem ser implantados para outros propósitos sem incremento de despesas. Como forma de maximizar os recursos existentes e reduzir gastos em algumas despesas, o presente trabalho orienta-se pela seguinte pergunta de pesquisa:

De que forma pode-se maximizar o uso de recursos de rede de computadores já implantados nas organizações?

1.4. Objectivos

1.4.1. Objectivo geral

- ❖ Implementar uma PBAX usando do protocolo IPv4

1.4.2. Objectivos específicos

- ❖ Identificar os dispositivos de uma rede de computadores
- ❖ Descrever o funcionamento de uma PABX;
- ❖ Caracterizar o funcionamento da tecnologia VoIP;
- ❖ Apresentar a arquitectura de uma PABX usando o IPv4.

1.5. Metodologia

Nos trabalhos científicos metodologia é parte do relatório que descreve o conjunto de procedimentos que permitem alcançar os objectivos

Para a realização deste trabalho foi utilizado o método de pesquisa descritiva, para tal recorreu-se a revisão bibliográfica. Este trabalho tem carácter essencialmente qualitativo, com ênfase na avaliação de importância e de aplicação do tema.

A seguir é descrita a classificação desta pesquisa:

Quanto a finalidade

- Esta pesquisa é classificada como básica estratégica.

Pesquisa básica estratégica é um tipo de pesquisa que tem como resultado conhecimento que pode ser aplicado para um certo propósito. Esta pesquisa usa conhecimento existente para resolução de um problema.

Quanto aos objectivos

- Pode ser classificada como pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema para poder construir solução.

Quanto a abordagem

- Quanto a abordagem é classificada como qualitativo, pois não haverá procedimentos matemáticos para alcançar os objectivos.

Quanto aos procedimentos

- Classificada como bibliográfica e de estudo de caso

Pesquisa bibliográfica consiste no levantamento de conhecimento através de material bibliográfico e estudo de caso é um procedimento de pesquisa que consiste na pesquisa a ser aplicado num certo lugar específico. Esta pesquisa será finalizada por meio pesquisa bibliográfica e aplicação de tema de pesquisa para o Ministério da indústria e comércio.

1.6. Estrutura de trabalho

O presente trabalho contem 5 capítulos, obedecendo a seguinte estrutura.

Capítulo I- Introdução

Neste capítulo apresenta-se uma breve contextualização relacionada ao tema, é definida a problemática e a respectiva pergunta de pesquisa são igualmente apresentados, a justificativa, os objectivos gerais e específicos.

Capítulo II – Revisão teórica

Este Capítulo apresenta a base teórica que norteia este trabalho, abordam-se aspectos relacionados às redes de computadores, tecnologias PABX, VOIP e seus protocolos.

Capítulo III – Desenvolvimento do projecto

Neste capítulo são apresentados requisitos fundamentais e os respectivos protocolos para implantação de uma PABX através de IPv4, faz-se a descrição de PABX IP a ser implantado, requisitos para sua instalação, procedimentos da instalação, configuração e custo do projecto.

Capítulo IV- Considerações finais e recomendações

É apresentado neste capítulo a conclusão do trabalho, e as recomendações.

2. Capítulo II- Resumo teórico

2.1. Conceito de rede de computadores

Rede de computadores é uma malha que interliga sistemas computacionais para a transmissão de dados. Também conhecidos como *hosts* ou nós, esses dispositivos interconectados enviam, recebem e trocam tráfego de dados, voz e vídeo por meio de *hardware* e *software* que compõe rede de computadores.

Para Sousa (1999) “rede de computadores é um conjunto de equipamentos interligados de maneira a trocarem informações e compartilhem recursos, como arquivos de dados gravados, impressoras, modems, *softwares* e outros equipamentos”.

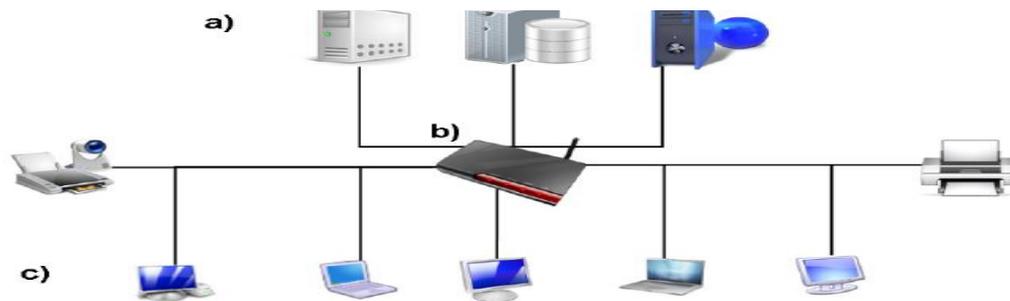
Electrodomésticos, máquinas industriais, robôs, computadores, servidores, celulares, modems, são alguns dos nós que podem estar conectados a rede.

A rede de computadores pode ser aplicada para várias aplicações dentre elas segurança, partilha de recursos, comunicação, acesso remoto de dispositivos e ficheiros e automatização de processos.

A troca de dados compreende um dos principais objectivos da criação da rede de computadores, sendo que estes dados podem variar desde um pequeno arquivo no formato txt como até uma grande quantidade de *streamings* de vídeo .Para efectivamente transmitir os dados, todos os dispositivos devem ser configurados obedecendo certos protocolos. Os elementos da rede de computadores podem ser classificados em servidores ou dispositivos de comunicação que são dispositivos que fornecem serviços na rede, clientes que são elementos da rede que usufruem dos serviços prestados por servidores e elementos que fazem a interconexão entre servidores, clientes e interconexão servidores e clientes.

A figura a seguir apresenta um exemplo de uma rede de computadores. Onde os elementos da alínea a representam os servidores, alínea b representam elementos de interconexão e alínea c representa os clientes.

Figura 1-- exemplo de rede de computadores



fonte (Macedo, Franciscatto, da Cunha, & Bertolini, 2018)

2.2. Dispositivos de redes de computadores

A instalação da rede de computadores não depende só de computadores, precisa também de equipamentos para interligar e permitir com que haja os serviços que foram projectados para ele.

A seguir é apresentado equipamentos mais importantes da rede de computadores.

- **Host** qualquer dispositivo ligado a rede de computadores que pode transmitir e ou receber pacotes IP. Os *hosts* são chamados de cliente quando usam os serviços de rede e *hosts* de comunicação quando implementam a rede.
- **Placa de rede**, também chamada de *Network Interface Card (NIC)*, é o *hardware* que permite os computadores se comunicarem através da rede. A placa de rede é associada a *hosts* para que estes possam ter endereços IP e usarem serviços da rede.
A função da placa é controlar todo o recebimento e envio dos dados através da rede((Macedo, Franciscatto, da Cunha, & Bertolini, 2018)
- **Switch** são dispositivos da rede de computadores que interconectam dispositivos e equipamentos da mesma rede. Durante o seu funcionamento verifica os cabeçalhos das mensagens e as retransmite somente para a máquina correspondente, criando um canal de comunicação exclusiva entre origem e destino. Com isso, os *switches* conseguem aumentar o desempenho da rede.

- **Roteador:** Ao invés de ser conectado a máquinas, está conectado as redes. Além de possuir as mesmas funções do *Switch*, possui a capacidade de escolher a melhor rota que um determinado pacote de dados deve seguir para chegar a seu destino.
- **Access Point (Ponto de acesso – AP):** Oferece sinais de rede em formas de rádio, ou seja, o AP é conectado a uma rede cabeada e serve de ponto de acesso a rede sem fio.
- **Servidores:** são elementos da rede que servem os outros computadores (clientes) com dados ou serviço da rede.

2.3. Classificação das redes de computadores

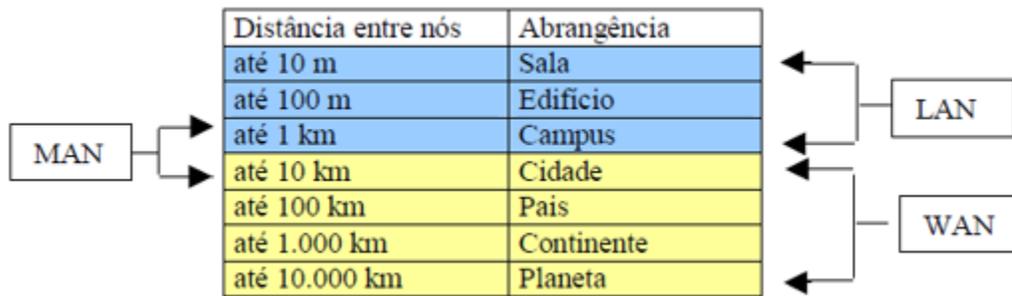
As redes de computadores podem ser classificadas de diversas formas pois existem várias formas de configurar em função da necessidade e disponibilidade de recursos. A seguir são apresentadas as diferentes classificações da rede de computadores.

2.3.1. Quanto a extensão geográfica

Quanto a área de abrangência as redes de computadores podem ser classificadas em *Local Area Network* (LAN-rede local), *Metropolitan Area Network* (MAN- Rede Metropolitana), e *Wide Area Network* (rede de Longa Distância).

A tabela a seguir mostra a classificação das redes locais em função da extensão que pode abranger.

Tabela 1-classificacao de redes de computadores quanto a extensao geografica/tamanho



Fonte Autor

2.3.2. Quanto a topologia

Topologia descreve como os *hosts* estão interligados do ponto de vista físico e lógico. Topologia física representa a disposição física dos componentes da rede de computadores e seus meios de comunicação. A topologia lógica refere-se a forma como os *hosts* se comunicam através de meio de transmissão ou seja a descreve o fluxo de dados na rede.

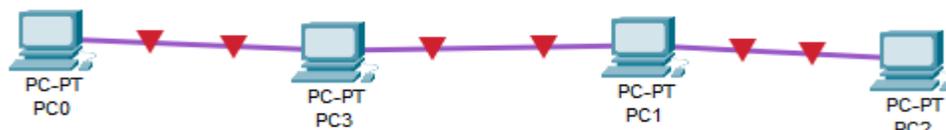
Topologias lógicas

A seguir são apresentadas as principais topologias lógicas de redes de computadores.

- **Ponto-a-ponto**

Nesta topologia o fluxo de informação é transmitido de um ponto emissor para um ponto transmissor. O esquema dessa conexão pode ser mostrada através da figura abaixo.

Figura 2-topologia ponto a ponto de rede de computadores

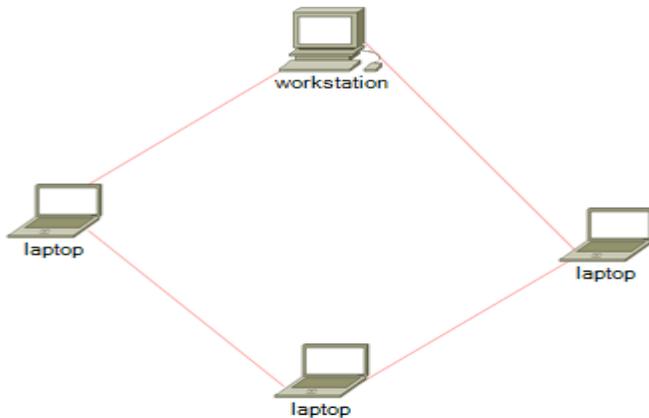


Fonte autor

- **Anel**

Nesta topologia os *hosts* ligam-se em série. Quando uma mensagem é enviada na topologia anel, a mensagem circula na rede até chegar ao destino ou até voltar ao seu emissor. A figura seguir apresenta a topologia em anel com 4 *hosts*.

Figura 3-topologia em anel



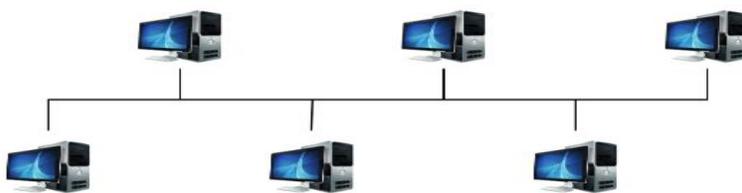
Fonte autor

Topologias físicas

- **Barramento**

Nesta topologia existe um barramento físico de dados, no qual todos os computadores precisam se conectar para se comunicar. A figura seguinte ilustra a topologia barramento, na qual a linha central onde todos os computadores estão conectados representa o barramento.

Figura 4--topologia barramento de rede de computadores



Fonte (Macedo, Franciscatto, da Cunha, & Bertolini, 2018)

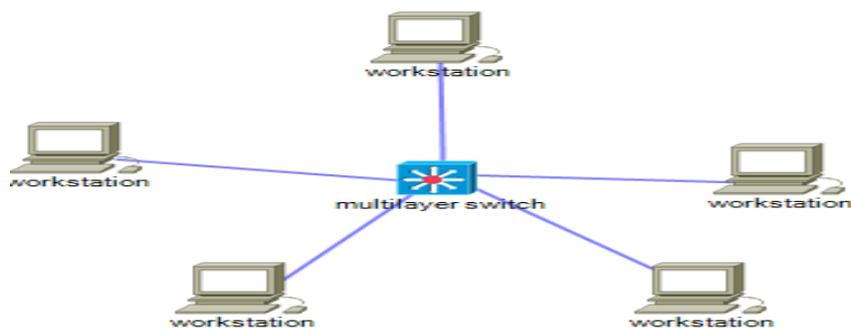
- **Estrela**

Em uma rede de computadores organizada por meio de uma topologia estrela, toda a informação gerada pelas estações de trabalho deve passar por um nó central. O nó central se diferencia dos demais por possuir a inteligência para distribuir o tráfego de rede para os demais computadores da rede. Esse nó central se conecta com os demais computadores da rede por meio de uma conexão ponto a ponto.

Nesta topologia, sempre que um computador deseja enviar pacotes para um determinado destino, esses dados deverão obrigatoriamente passar pelo nó central.

A figura a seguir mostra computadores ligados em estrela.

Figura 5--topologia estrela de redes de computadores



Fonte autor

2.3.3. Quanto ao meio de transmissão

Quanto ao meio de transmissão as redes de computadores podem ser divididas em dois grupos, rede através de um meio de transmissão guiado como cabo coaxial fibra óptica, par traçado e outros meios físicos que trafegam dados de computador para computador e redes através de meio não guiado como conexões via ondas de rádio.

A capacidade de dados que uma rede transmite depende da tecnologia e do meio de transmissão, desta forma a capacidade da rede influencia o número de *hosts* que podem transmitir eficazmente numa rede.

Ethernet é uma tecnologia de cabos usados para redes de computadores. Existe hoje várias versões usadas em função da necessidade e custo da rede.

A tabela a seguir mostra a comparação das categorias, distância máxima e capacidades de transmissão que podem ser conseguidos usando Ethernet.

Tabela 2-capacidade de transmissão de tecnologias Ethernet

Categoria do cabo	Nome e capacidade	Distância máxima do cabo (m)
Cat5	Ethernet-10Mbps	100
Cat5e	Fast Ethernet – 100 Mbps	100
Cat6	Gigabit Ethernet – 1000 Mbps	100
Cat6a	10 Gigabit Ethernet – 10 Gbps	100

Autor

Do modo análogo a rede sem fio também vem evoluindo e tende a melhor para requisitos e necessidade da rede.

A tabela a seguir mostra a comparação das tecnologias *de rede sem fio* e as capacidades de transmissão que podem ser conseguidas com esta tecnologia.

Tabela 3-capacidades de transmissão de tecnologias wireless

Tecnologia	Capacidade máxima
802.11b	11Mbps
802.11a /g	54 Mbps
802.11n	75-600Mbps
802.11ac	3.45Gbps e mais

Autor

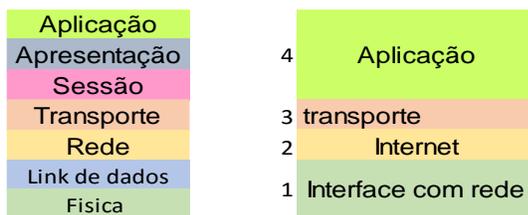
2.4. Protocolo IP

Protocolo é conjunto de regras que permitem com que dois ou mais equipamentos se comuniquem. Pode-se dizer que protocolo é a “língua” que os equipamentos ligados em uma rede utilizam para se comunicarem. (Torres ,2011)

O objectivo principal dos protocolos é permitir comunicação entre dispositivos.

A *Internactional Standards Organization (ISO)* desenvolveu um modelo de 7 camadas chamado de *Open System Interconection (OSI)* com o objectivo de fazer um modelo de referencia a ser usado por fabricantes de protocolos de modo a facilitar a interconexão de sistemas de computadores. A arquitectura de internet também usou o modelo OSI como referencia mas não possuindo as 7 camadas como apresenta o modelo OSI. A figura a seguir mostra a comparação da arquitectura de modelo OSI e a arquitectura da internet.

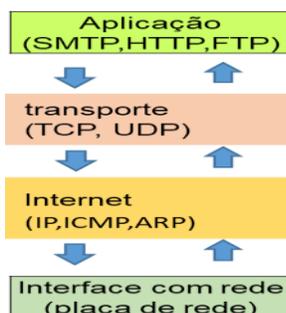
Figura 6-arquitectura do modelo OSI arquitectura da internet



Fonte autor

Para cada camada existe diferentes tipos de protocolos que implementam diferentes serviços. A figura a seguir mostra os diferentes tipos de protocolos que podem ser encontrados na arquitectura de internet

Figura 7-protocolos que operam em diferentes camadas da arquitectura de internet



Fonte autor

SMTP (*Simple Mail Transfer protocol*)-usado no envio e recebimento de e-mails

HTTP(*Hyper Text Transfer Protocol*) usado na transferência de documentos hipermédia (www, world wide web)

FTP (*File transfer Protocol*)-usado na transferência de arquivos

ICMP (*Internet Control Message Protocol*)-protocolo usado para notificar o transmissor de erros durante a emissão de pacotes.

ARP (*Address Resolution Protocol*)- responsável por fazer a conversão entre os endereços IPs e os endereços MAC da rede.

Internet Protocol (IP) é o principal protocolo de comunicação responsável tanto pelos formatos quanto pelas regras de troca de dados e mensagens entre computadores de uma ou várias redes conectadas à internet.

O endereço usado no Protocolo da Internet é o endereço IP e existe em duas versões IPv4 e IPv6. Endereços IPv4 contêm uma série de 4 números, que vão de 0 (excepto o primeiro) a 255, cada série separada por um ponto. Ex.: 5.62.42.77. Os endereços IPv6 são representados por 8 grupos de 4 dígitos hexadecimais, com os grupos separados por dois pontos, exemplo: 2620:0aba2:0d01:2042:0100:8c4d:d370:72b4. Com o IPv4 pode se ter cerca de 4.3 bilhões de endereços IP, mas actualmente existem muitos dispositivos que conectam-se a internet e os endereços IP podem ficar esgotados. O IPv6 apresenta mais endereços e está substituindo lentamente o IPv4. Numa rede os endereços IP podem ser externos também chamados de públicos (endereço usado para conexão com exterior) ou internos que também podem ser chamados de privados (endereço usado dentro de uma rede local).

As características básicas do IP são:

- a) Sem conexão - Nenhuma conexão com o destino é estabelecida antes de encaminhar os pacotes de dados.
- b) Melhor esforço (não confiável) - A entrega do pacote não é garantida.

- c) Independente de meio físico - A operação é independente do meio físico que transporta os dados.

Principais funções de IP

- Endereçamento
- Encapsulamento e formatação (*packing*) de dados
- Fragmentação e remontagem de dados
- Roteamento / entrega indirecta.

Protocolo IP é usado por outros protocolos que determinam como o endereço IP é usado para transmissão de dados na rede. Dentre estes protocolos tem-se o *User Datagram Protocol* (UDP- Protocolo de Datagrama do Usuário) e o *Transmission Control Protocol* (TCP) que são descritos a abaixo.

2.4.1. UDP

UDP- é um protocolo de transporte e opera sobre o protocolo de IP para transmitir dados em uma rede. O UDP não exige que a origem e o destino estabeleçam uma conexão antes indicando a ordem dos pacotes ou verificando se chegam ao destino.

Este protocolo apenas envia os pacotes, o que significa que ele tem muito menos sobrecarga de largura de banda e latência.

Com ele, os pacotes podem seguir caminhos diferentes entre o emissor e o receptor e, como resultado, alguns pacotes podem ser perdidos ou recebidos fora de ordem.

O UDP fornece dois serviços não fornecidos pela camada IP. Ele fornece números de porta para ajudar a distinguir diferentes solicitações de usuários e, opcionalmente, um recurso de soma de verificação para verificar se os dados chegaram intactos.

O UDP possui atributos que o tornam vantajoso para uso com aplicativos que podem tolerar a perda de dados. Por exemplo: Ele permite que os pacotes sejam descartados e recebidos em uma ordem diferente daquela em que foram transmitidos, tornando-o adequado para aplicativos em tempo real onde a latência pode ser uma preocupação.

Ele pode ser usado onde um grande número de clientes está conectado e onde a correção de erros em tempo real não é necessária, como jogos, conferência de voz ou transferência de vídeo.

2.4.2. TCP

TCP é um protocolo que é usado para a transmissão e controle de dados. Este protocolo usa o IP para poder endereçar os dispositivos conectados a rede.

O TCP é usado junto com o IP e dependem um do outro para que os dados tenham um destino e cheguem com segurança.

O TCP garante a entrega confiável e ordenada de um fluxo de dados. É um protocolo de duplo sentido, significando que cada conexão TCP suporta um par de fluxos de dados, cada um fluindo em um sentido. Ele também inclui um mecanismo de controle de fluxo para cada um desses fluxos de bytes, que permite ao receptor limitar quantos dados o emissor pode transmitir em determinado momento. Apresenta um mecanismo de desmultiplexação que permite que vários programas de aplicação em determinado *host* realizem uma conversa com seus pares.

2.5. Endereçamento IP

Endereçamento IP é um mecanismo que permite que todos os dispositivos conectados a rede sejam identificados. Esse mecanismo consiste na atribuição de endereços automaticamente usando o *Dynamic Host configuration protocol* (DHCP) ou manualmente através da introdução do endereço válido para a rede pelo utilizador.

DHCP é um protocolo que facilita a distribuição de endereços IP numa rede por fazer de forma automática. Este protocolo pode ser habilitado nos hosts clientes para que requisitem o endereço de forma automática no roteador ou servidor da rede. Também pode ser personalizado no roteador para que mude de endereço dos *host* periodicamente ou atribua endereços de um certo intervalo da rede.

2.6. PABX

Central telefónica é o elemento de rede responsável pela comutação de sinais entre os usuários. As centrais são interligadas por entroncamentos de cabos ópticos ou cabos de pares traçados ou ainda através ondas electromagnéticas.

De acordo com as aplicações podem ser classificadas em:

Central Pública: É aquela que atende a muitos assinantes, utilizando-se de uma rede de acesso externa. Sistema de telefonia GSM é exemplo de sistema que central pública.

Central Privada: é aquela utilizada para atender a uma rede particular de uma organização e pode ter uma linha de conexão com central pública. Este tipo de central pode ser dividido em:

- ***Private Branch Exchange (PBX)***

Onde os ramais dependem de uma telefonista para fazer ligações externas e precisam de auxílio para a comunicação entre si.

- ***Private Automatic Exchange (PAX)***

Os ramais fazem ligação entre si automaticamente, não havendo troncos;

- ***Private Automatic Branch Exchange (PABX):***

Os ramais privados fazem ligações entre si e a rede pública automaticamente. É um sistema que permite a gestão e administração da telefonia dentro de uma organização, ou seja, a entrada, distribuição e saída das chamadas efectuadas feitas dentro da organização.

A comunicação interna é feita sem nenhuma taxa de rede comunicação pública.

A tabela a seguir mostra a comparação das centrais privadas.

Tabela 4-comparação de centrais privadas

Tipo de central privada	Presença de Tronco	Tipo de comutação	Tipo de ramais	Formas de conexão
PBX	Sim	Manual	Analógicos	Cabos
PAX	Não	Automática	Analógicos	Cabos
PABX	Sim	Automática	Digitais e analógicos	Cabos e via sem fio

Autor

2.6.1. Funções de PABX

Uma central privada realiza pelo menos três funções básicas:

- Estabelecer conexões entre dois telefones, Isso envolve estabelecer a relação entre um número e uma linha, certificar de que a linha não está ocupada.
- Manter conexões activas durante o tempo que a chamada durar.
- Fornecer informações para contabilidade como medição de chamadas e preços.

Além dessas funcionalidades básicas, as centrais privadas (PABX) geralmente oferecem uma série de recursos adicionais, dependendo do fabricante e o modelo da unidade de comando em questão.

Nos casos de funcionalidades mais complexas, o painel de controlo oferece a possibilidade de conexão com um equipamento adicional que possibilita mais funções para as centrais. Algumas das funcionalidades acrescidas no PABX são:

- **A chamada em espera** é o recurso que as centrais tem de notificar ao usuário que se encontra ocupado de que tem outra chamada esperando. Depois de notificado, o usuário pode colocar a chamada actual em espera para atender a segunda chamada.

Uma vez atendida a segunda ligação, pode-se optar por concluí-la e retornar à primeira ou colocá-la também em espera, para concluir a primeira.

A sinalização da segunda chamada aguardando é feita geralmente por meio de um sinal audível, inserido na chamada em andamento.

- **Encaminhamento de chamadas** é um processo que permite que as chamadas telefónicas recebidas sejam roteadas para outro ponto de terminação. Esse ponto de terminação pode ser outro ramal dentro da organização, um dispositivo portátil como um telefone celular ou telefone de uma linha pública. O principal benefício é que ele permite que as pessoas não percam ligações importantes quando não podem permanecer no local onde o número costuma terminar.

- **Transferência de chamadas** é a capacidade de transferir uma chamada para outro usuário interno. Esta transferência pode ser feita com um anúncio intermediário entre os usuários da troca privada ou não.

- **Conferência** é a capacidade de conectar três ou mais chamadas entre si, para que seja feita uma chamada em conferência. O número máximo de participantes em uma chamada de conferência varia de acordo com a capacidade de PABX.

- **Captura** é a capacidade concedida aos usuários de atender uma chamada que está tocando em outro usuário.

- **O correio de voz** é um serviço de gravação e armazenamento de mensagem de áudio, usado quando não há ninguém para atender a chamada, e quando a linha está ocupada.

- **Resposta de voz interactiva (IVR)** é o serviço que permite ao usuário navegar por diferentes menus de informação usando reconhecimento de voz ou tons DTMF. Geralmente é usado para serviços de suporte ou informação, fornecendo dados aos usuários necessários para se comunicar com o operador correcto, ou directamente para obter as informações desejadas sem a intervenção de um operador. Este serviço pode servir grande volume de chamadas telefónicas sem a necessidade de operador.

- **A distribuição automática de chamadas** é a capacidade de distribuir chamadas recebidas a um grupo de receptores disponíveis. Usado principalmente em centros de serviço ou vendas, nos quais o chamador não requer falar com um determinado operador, mas com aquele que está disponível.
- **A contagem de chamadas** é a capacidade de armazenar informações sobre as chamadas feitas e sua duração. Esta característica é frequentemente usada para realizar a tarifação.
- **Retorno automático da ligação** é capacidade de retornar a disponibilidade de linha para um usuário que tentou efectuar uma chamada.
- **Não perturbe** é um recurso que permite rejeitar chamadas de um certo usuário. Dependendo da central pode se programar encaminhamento da chamada para um outro usuário ou responder com sinal de ocupado.
- **Música em espera** é a possibilidade de tocar música (ou mensagens informativas) em segundo plano enquanto o usuário espera ser atendido.

2.7. VoIP

VoIP é uma tecnologia que surgiu no ano 1995 em Israel, quando um grupo desenvolveu um sistema que permitia utilizar os recursos multimídia de um computador pessoal para iniciar conversas de voz pela Internet. Apesar de qualidade não ser muito boa, este foi o primeiro passo para que outros pesquisadores se interessassem pelo assunto.

Ainda no mesmo ano, a empresa Vocaltec Inc lançou o primeiro *software* chamado de *Internet Phone* dedicado à comunicação VoIP, este fazia a compressão do sinal de voz, tradução em pacotes de dados e o envio pela rede. Foi o precursor de *softwares* como Skype e *Messenger*, utilizados actualmente. (Harff, 2008)

Shulzrinne (2000) aponta a existência de três factores que foram determinantes para o crescimento desta tecnologia nomeadamente, a padronização do protocolo IP, os métodos de compressão de voz e a popularização da internet no mundo.

Em 1998 Surgiu *gateways* especializados e dispositivos como ATA para interligar sistemas convencionais a centrais VoIP. No mesmo ano algumas companhias passaram a oferecer serviço VoIP.

Com a utilização de VoIP e os equipamentos desenvolvidos é possível actualmente fazer a interligação entre centrais telefónicas e redes de dados, permitindo que sejam feitas ligações para telefones convencionais utilizando o computador e vice-versa. Da mesma forma, o aumento das taxas de transmissão permitiu que usuários domésticos também passassem a usufruir desta tecnologia.

Portanto, VoIP é uma tecnologia que permite a comunicação telefónica utilizando a rede de dados como meio de transmissão da voz.

2.7.1. Protocolos VOIP

Para transmitir a VoIP é necessário ter protocolos especiais que garantam a confiança interoperabilidade e a execução do processo. O objectivo de protocolos da VoIP é empacotar os fluxos de áudio para que possa ser transportado através de rede IP.

De acordo com Landivar (2009) os protocolos utilizados em VOIP são classificados em três grupos: Protocolos de sinalização, Protocolos de transporte de voz e Protocolo da plataforma IP já mencionados antes.

2.7.2. Protocolos de sinalização

Tem a mesma função que protocolos de sinalização de telefonia tradicional, cumprem tarefas de estabelecimento de sessão e controlo de andamento de chamada.

Encontram-se na camada 5 do modelo de interconexão de sistemas aberto (OSI) , ou seja, na camada de Sessão.

Dentre vários protocolos de sinalização VoIP pode-se encontrar o SIP e o IAX que são descritos abaixo.

2.7.2.1. SIP

Session Initiation Protocol (SIP-protocolo de iniciação de sessão) é um protocolo de aplicação que utiliza o modelo de “requisição-resposta” para iniciar sessões de comunicação interactiva entre usuários. É padrão da *Internet Engineering Task Force* (IETF) (RFC3261,2002).

O SIP foi desenvolvido para estabelecer, mudar e terminar chamadas em um ou mais usuários em uma rede IP de uma maneira totalmente independente do conteúdo de média da chamada. O SIP pode ser usado para implementar serviços de *chat*, localização de um terminal, compartilhamento de dados de vídeos, áudio e textos.

Este protocolo é caracterizado por:

- Simplicidade: possui apenas seis métodos;
- Independência do protocolo de transporte;
- Estar Baseado em texto.

2.7.2.2. IAX

Inter Asterisk eXchange - IAX é um protocolo desenvolvido pela Digium com o objectivo de estabelecer comunicação entre servidores Asterisk e minimizar a largura de banda usada na transmissão de voz e vídeo através de rede IP, com particular atenção ao controle e às chamadas de voz e ao suporte nativo para ser transparente a tradução de endereço da rede (NAT). IAX usa apenas uma única porta UDP tanto para sinalização como para *streams* RTP. O fato de utilizar apenas uma porta é uma vantagem em cenários de *Firewall* e ou NAT.

Cria sessões internas que podem usar qualquer codificador que possa transmitir voz ou vídeo.

A estrutura básica do IAX é baseada na multiplexação da sinalização e no fluxo de dados em uma única porta UDP entre dois sistemas.

2.7.3. Protocolos de transporte

Protocolos de transporte são protocolo usados para transporte de mensagem de áudio ou vídeo numa chamada VoIP. Abaixo da são apresentados os protocolos mais utilizados na tecnologia VoIP.

2.7.3.1. RTP

Real-time Transport Protocol (RTP) é um protocolo da camada de transporte no modelo TCP/IP, permite serviços de entrega fim a fim para a transmissão de dados em tempo real. Pode ser usado na transmissão de áudio, vídeo, comunicação *unicast* e *multicast*.

A comunicação é feita enviando em secções RTP diferentes tipos de mídia, e é feito para trabalhar com menor atraso possível.

2.7.3.2. RTCP

O *Real Time Control Protocol (RTCP)* é um protocolo de controle e monitoramento empregado nas conexões RTP. É baseado na transmissão periódica de pacotes de controlo a todos os participantes da sessão, monitorando a qualidade do serviço e transportando informações dos participantes. (COLCHER et al, 2005 citado em HARFF,2008)

O RTCP realiza as seguintes funções:

- O RTCP provê um retorno da qualidade do serviço (*QoS –Quality of Service*) de distribuição de dados. Tal distribuição é parte do protocolo de transporte RTP e está relacionado com o controle de fluxo e congestionamento de outros protocolos de transporte. Os receptores

indicam a qualidade da recepção relativa a cada emissor (número de pacotes perdidos, *jitter* e *round-trip delay*), estas informações são utilizadas pelos emissores para ajustar parâmetros;

- Sincronização entre meios: Pacotes de áudio e vídeo são transportados muitas vezes em *streams* separados e necessitam ser sincronizados no receptor;
- Identificação dos participantes da sessão: O RTCP é responsável por distribuir os participantes, este garantirá que diferentes mídias sejam reconhecidas como parte de uma única comunicação;
- Controle da sessão: o período entre pacotes RTCP deve ser ajustado dinamicamente à dimensão do grupo (participantes da sessão), procurando que o percentual de tráfego RTCP seja constante no tráfego total, evitando sobrecarregar a rede.

2.8. Qualidade de serviço

Qualidade de serviço (*QoS-quality of service*) é um mecanismo que define características necessárias para funcionamento adequado de uma aplicação. Para o caso de VoIP a QoS define parâmetros necessários dentro dos limites máximos e mínimos para estabelecimento de aplicações VoIP de modo a serem percebido pelo usuário.

De modo geral, QoS é definido como uma forma de priorizar o tráfego de informações de determinadas aplicações, de forma consistente e previsível, mesmo que os demais dados sejam prejudicados. (HARTMANN, E.A, 2006)

A implementação de QoS em VoIP pode ser feita de três formas:

- Disponibilidade imediata ou num tempo considerada aceitável para a aplicação
- Transmissão numa taxa baixa de transmissão mas aceitável para a aplicação

- Entrega consistente, onde o usuário tem garantido uma percepção com uma taxa e uma qualidade consistente.

A determinação de qualidade de serviço pode ser feita levando vários parâmetros mas os principais e básicos são: taxa de transmissão ou vazão, atraso, variação de atraso e perda de pacotes.

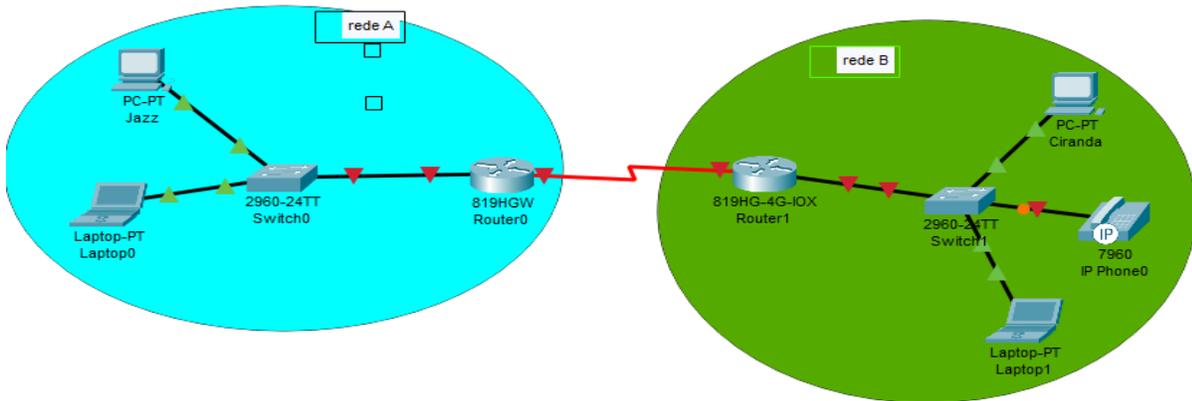
- **Taxa de Transmissão:** Quantidade de dados que podem ser transmitidos num determinado tempo, normalmente a sua unidade é bits por segundo ou múltiplos dessa unidade.
- **Atraso:** Tempo que dados levam ao ser enviados até o seu destino. Este tempo é influenciado por vários factores como o meio ser usado na transmissão, a interface a ser usado e a velocidade de transmissão.
- **Variação do atraso:** Conhecido como *jitter*, prejudica principalmente aplicações com características de tempo real, dificultando a sincronização entre as Mídias enviadas.
- **Perda de pacotes:** As perdas de pacotes acontecem por erro ou congestionamento na transmissão.

A implementação de QoS pode ser feita de dois modos serviços integrados (IntServ) e os serviços diferenciados (DiffServ).

2.8.1. IntServ

Este modo de implantação de QoS é caracterizado pela reserva de recursos para uma aplicação antes do seu início. Garantindo assim todos os requisitos necessários para o sucesso da comunicação. É usado o protocolo *Resource Reservation Protocol* (RSVP) para a alocação dos recursos. Os recursos alocados podem ser a largura de banda, taxa de transmissão disponível entre outros.

Figura 8- implementação de Qos-método serviços integrados



Fonte autor

Exemplo na figura acima, supondo que um computador da rede A deseja fazer uma comunicação a VoIP com computador de rede B. Este envia especificação de trafego para o computador da rede B. Quando esta mensagem chega ao destino, inicia-se o procedimento de reserva de recursos (resv) para que os dois computadores se comuniquem. Os roteadores alocam os recursos necessários para a transmissão e caso não existam condições necessárias informa se ao computador de origem que não foi possível continuar com a chamada.

2.8.2. diffServ

Este modo implementa QoS com base na priorização de certo tipo de serviço de uma aplicação. Ou seja classifica o tipo de serviço em função de nível de importância. No cabeçalho de um pacote IP, existe um campo chamado *Type of Service (TOS)* que pode representar o tipo do serviço. Esse campo recebe o nível de prioridade para o pacote que se pretende transmitir e assim os roteadores passam a atribuir a prioridade definida.

2.9. PABX IP

PABX IP é um tipo de central telefónica privada que comuta chamadas entre usuários VoIP em linhas locais, permitindo que todos compartilhem um determinado número de linhas telefónicas. Este tipo de central pode também comutar chamadas entre usuário VoIP e usuário de telefone tradicional, ou entre usuários de telefone tradicionais da mesma maneira que uma PABX convencional. Possui um *software* específico que lhe permite fazer a gestão de chamadas e funções adicionais. Além de serviços normais de uma PABX Oferece uma série de vantagens em relação a PABX convencional como:

- Mobilidade: O ramal pode estar disponível em qualquer lugar,
- Flexibilidade: O ramal pode ser conectado em qualquer ponto de rede desde que haja acesso à internet,
- Escalabilidade: o número de ramais pode ser expandido sem necessidade de *hardware* adicional.

Caracterizado por capacidade de ter mais ramais ligados ao PABX, facilidade de configuração, capacidade realização de chamadas de vídeo, gravação de chamadas, configuração remota, menos gastos para a manutenção.

PABX-IP pode ser implementada na forma de um *software* assim como dispositivo físicos de uso específico.

O PABX IP físico é um dispositivo de *hardware* de uso específico no qual são ligados telefones IP via cabos de rede. O número máximo de ramais depende do hardware do dispositivo.

As PABX IP na forma de *software* encontram se instalados num computador que servira os outros dispositivos. O número máximo de ramais depende da capacidade de rede.

O grande diferencial entre o PABX IP e convencional está na estrutura de ligação de ramais e PABX.

A tabela seguir mostra a comparação entre PABX convencional e IP.

Tabela 5-comparação de PABX convencional e IP

	PABX Convencional	PABX IP
Tipo	Comutação de circuito	Comutação de pacotes
Arquitetura	Centralizada	Distribuída
Instalação eléctrica	Cada ponto (ramal) necessita de um par de fios.	Cada ponto (ramal) necessita estar ligado a internet- TCP/IP
Capacidade	Depende de <i>hardware</i>	Depende da velocidade de Link
Escalabilidade	Complexo (depende do equipamento)	Simples
Convergência	Voz e dados são duas redes	Tudo via TCP/IP
Flexibilidade	Pouca, adicionar ou mover ramais requer mudança física.	Grande, um ramal funciona em qualquer ponto de rede via internet
Limitação (aplicação)	Limite aos recursos tradicionais de voz	Aplicações baseadas em software
Novas aplicações	Necessitam de interfaces ou placas adicionais	Fácil expansão, baseado em software e link
Redundância	Não existe, necessita outro PABX	<i>Backup</i> de <i>software</i> ou reinstalação
Configuração	Complicada	Simples
Interligação	Não suporta interligação com outro PABX	Interligação simples via Internet
Interligação com computadores	Pequena ou inexistente	Ligados via rede ou internet

Autor

2.9.1. Arquitectura de PABX IP

PABX IP Interconecta vários Telefones VoiP, *SoftPhone*, telefones tradicionais. Pode ser acoplado a ela *gateways* e adaptadores para poder se comunicar com telefonia tradicional como GSM, rede comutada e telefones analógicos. Os dispositivos como telefones, computadores estão interconectados através de rede IP cabeada ou sem fio. PABX IP pode interconectar dispositivos de rede local através da internet. O PABX IP deve estar conectado a estrutura de uma rede de computadores para poder gerenciar as aplicações configuradas.

A figura a seguir mostra um exemplo de vários dispositivos conectados a PABX IP.

Figura 9--arquitectura de PABX IP



Fonte autor

2.9.2. Funcionamento de PABX IP

A PABX IP é uma central privada de comunicação entre 2 ou mais ramais interconectados através da rede IP.

PABX IP contém registo de configurações de ramais instalados nele e faz a comutação e gestão de chamadas originadas no ambiente externo e interno da organização. É responsável da execução de serviços acrescentados aos ramais. Ao receber chamadas reconhece se a chamada é externa ou interna e encaminha no destinatário certo através de número de identificação.

2.9.3. Codec de voz

Codec é acrónimo de codificador/descodificador é um tipo de software que contém um algoritmo para reduzir o tamanho de ficheiro de áudio ou vídeo procurando no máximo não danificar ficheiro original.

A voz humana esta forma analógica e com uma forma sinal complexo. E para poder trafegar na rede de dados deve ser convertido de analógico para digital através de um processo chamado de digitalização de áudio. Digitalização é um processo que consiste

em transformar o sinal analógico em valores discretos através de amostragem feita em uma determinada frequência.

Quanto mais amostras forem utilizadas no tempo, maior será a fidelidade da amostra reproduzida logo, quanto maior a amostra, melhor a reprodução. E isto leva ao aumento de largura de Banda no processamento da voz. Para compensar o aumento de largura de banda usa se os codec. Codificadores comprimem o sinal digitalizado para otimizar a largura de banda na comunicação e o descodificadores fazem o processo inverso remontam o sinal análogo usando algoritmos que foram usados na codificação da voz.

Existem vários codec cada um com características que o diferencia dos outros, assim a escolha deste para a aplicação depende do desempenho que se pretende e da disponibilidade de recursos.

A tabela a seguir mostra os codificadores usados em VoIP e suas características básicas.

Tabela 6-características de codec usados em VoIP

codec	Taxa de amostragem (KHz)	Banda (Kbps)	Qualidade de voz	Atraso adicionado
G.711	8	64	Excelente	Nenhum
G.723	8	5.3 6.3	Boa Moderada	Alto
G.729	8	8	Boa	Baixo
G.726	8	24 32	Boa Moderada	Muito baixo

Autor

2.9.4. Asterisk

Asterisk é um *software* livre desenvolvido inicialmente por Mark Spencer com o objectivo de montar um PBX IP. Pode ser instalado em vários sistemas operativos como Windows, Linux, macOS e BSD.

O projecto inicial deste *software* tinha como finalidade criar um software para suprir necessidades da sua empresa, mas com o tempo abriu o código do *software* e lançou para a comunidade de *Open Source*. Assim o Asterisk vem evoluindo até dias de hoje, e já possui todos os serviços oferecido por uma PABX convencional e é um código que pode ser usado sem necessidade do custo da licença, proporcionando vantagens como:

- Diminuição de custo de cabos na instalação de PABX, pois os telefones podem ser conectados a qualquer ponto da estrutura da rede de dados.
- Facilidade de expansão da quantidade de ramais sem necessitar de novo *hardware*. Bastando apenas configurar um novo ramal.
- Possibilidade de acesso a dados e a Internet simultaneamente sem custo adicional;

Na sua composição o Asterisk possui canais que são equivalentes a caminhos por onde passa tráfego de voz e de sinalização. Estes canais levam o mesmo nome que o protocolo de sinalização usado nesse canal. Assim os canais básicos do Asterisk são:

- Canal SIP: usado em comunicações que usam protocolos SIP.
- Canal H.323: canal usado pra comunicações que usam o protocolo H.223.
- Canal IA2: usado em comunicações que usam o protocolo IAX2.

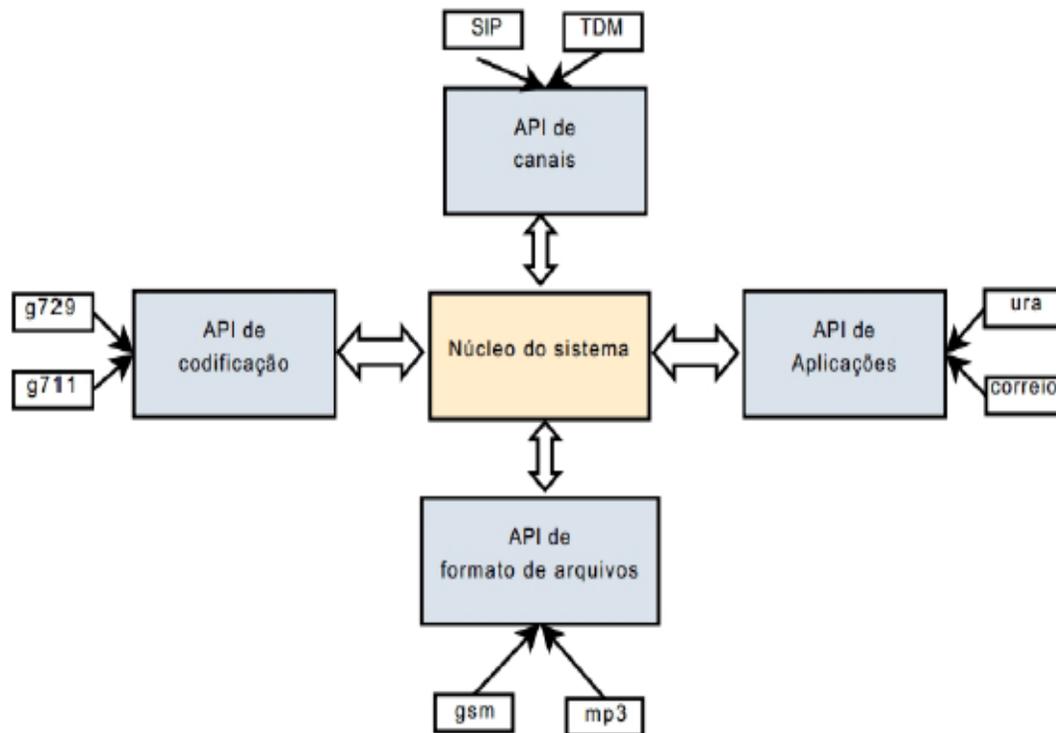
2.9.4.1. Arquitectura do Asterisk

O Asterisk possui uma arquitectura simples que proporciona maior segurança e flexibilidade no seu funcionamento.

A sua arquitectura possui um núcleo rodeado de APIs que possibilitam o núcleo realizar suas funções.

A figura seguinte mostra o esquema de ligação das partes que constitui Asterisk.

Figura 10-arquitetura de Asterisk



Fonte (Feijó, 2015)

- **Núcleo do sistema** : É o ponto central do Asterisk onde são feitas as comutações entre as pontas das chamadas.
- **API de CODECs**: Essa parte do núcleo é onde são feitas as traduções de um codec para outro. O objectivo da tradução é permitir que o administrador ajuste o sistema para utilizar os recursos da melhor forma possível balanceando com qualidade das chamadas.
- **API de Canais** : Essa API é responsável por identificar o tipo de sinalização da chamada que entra no sistema. Conforme o tipo de sinalização que se tem são carregados módulos dinamicamente para fazer a comunicação com a aplicação.

- **API de Aplicação:** É um intermédio que permite o lançador de aplicações executar todas as aplicações desenvolvidas modularmente no Asterisk. Alguns exemplos de aplicações são: Correio de voz, unidade de resposta audível e Conferência,
- **API de Formato de Arquivo:** Trabalha com a leitura e escrita de diversos formatos de áudio para serem armazenados em disco.

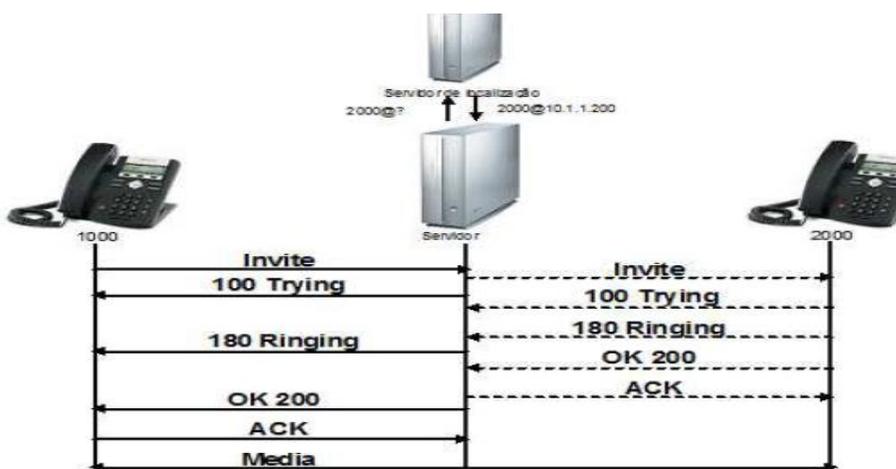
2.9.4.2. Modos de operação

O Asterisk pode operar em 2 modos de operação, como SIP Proxy ou modo descentralizado e em modo centralizado também conhecido por *back to back user* agente (B2BUA).

❖ SIP Proxy

Como SIP proxy o Asterisk funciona como intermediário entre dois agentes que pretendem fazer uma comunicação. O SIP *proxy* actua somente no momento inicial da chamada ou seja ajuda na localização do chamado e após isso o fluxo de dados da chamada é feito directamente entre o agente que faz a chamada e o agente que recebe. A figura seguinte mostra um esquema de operação em modo SIP proxy.

Figura 11-modo de operação sip proxy



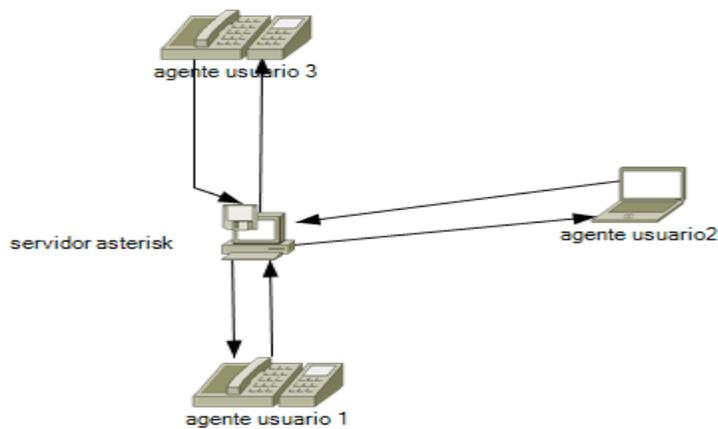
Fonte (GROSS, 2009)

2.9.4.3. Centralizado

O Asterisk foi desenhado para funcionar neste modo. Desempenha também um papel de intermediário entre os agente que faz a chamada e o agente que recebe, mas diferencia do SIP *proxy server* por continuar a controlar o fluxo de chamada mesmo depois da sinalização, ou seja mesmo já tendo iniciado o tráfego da chamado o servidor continua sendo intermédio da conversação entre os terminais. Deste modo é possível a gravação de chamada, conversão de um formato de áudio para outro.

A figura seguinte mostra um esquema de Asterisk em modo centralizado.

Figura 12-Asterik em modo centralizado



Fonte autor

2.9.4.4. Tipos de terminais VOIP usados com Asterisk.

Para fazer e terminar chamadas usando Asterisk os usuários precisam de dispositivos terminais que permitem funcionalidade de um telefone.

Esses terminais podem ser computadores, smartphones, telefones IP ou mesmo telefones analógicos usando adaptadores analógicos digitais. A seguir está a descrição de cada terminal possível de se usar com o Asterisk.

Softphone: É um aplicativo usado em dispositivos como computadores e telefones celulares para simular um telefone e assim poder fazer e ou receber chamadas usando a tecnologia VoIP. Dentre vários pode se encontrar X-Lite, Zoiper, 3cx Phone, MicroSIP entre outros.

Para dispositivos móveis encontram-se o Zoiper, Calls, MizuDroi, PortSIP UC.

Telefone IP: É um equipamento especial que conecta dois ou mais usuários para uma conversa através da tecnologia VoIP. É semelhante a telefone convencional diferenciando-se por apresentar um cabo RJ45 para poder fazer ligações através da rede IP. Entre os principais fabricantes de telefone IP pode-se encontrar a Cisco, Aastra, Policom, Snom, GrandStream.

Adaptador ATA: é um dispositivo que converte sinais usados na comunicação analógica para comunicação usando protocolos VoIP. Com este dispositivo pode-se usar telefones analógicos num sistema de PABX IP.

2.9.4.5. FreePBX

Originalmente Asterisk foi desenvolvido para ser instalado e configurado através de programação inserindo comandos linha a linha numa “janela¹”.

FreePBX é uma interface gráfica de código aberto baseada na web que controla e gerencia o Asterisk. É um software de código aberto para facilitar o uso do Asterisk. Ao ser instalado inclui um sistema operacional da Linux, Asterisk, gerenciador web gráfico e dependências para o funcionamento do Asterisk.

¹ Área visual de um computador contendo algum tipo de interface que permite entrada ou saída de dados do computador

3. Capítulo-IV Desenvolvimento

Neste capítulo apresenta-se a descrição do projecto, requisitos e procedimentos para a instalação e configuração de PABX IP.

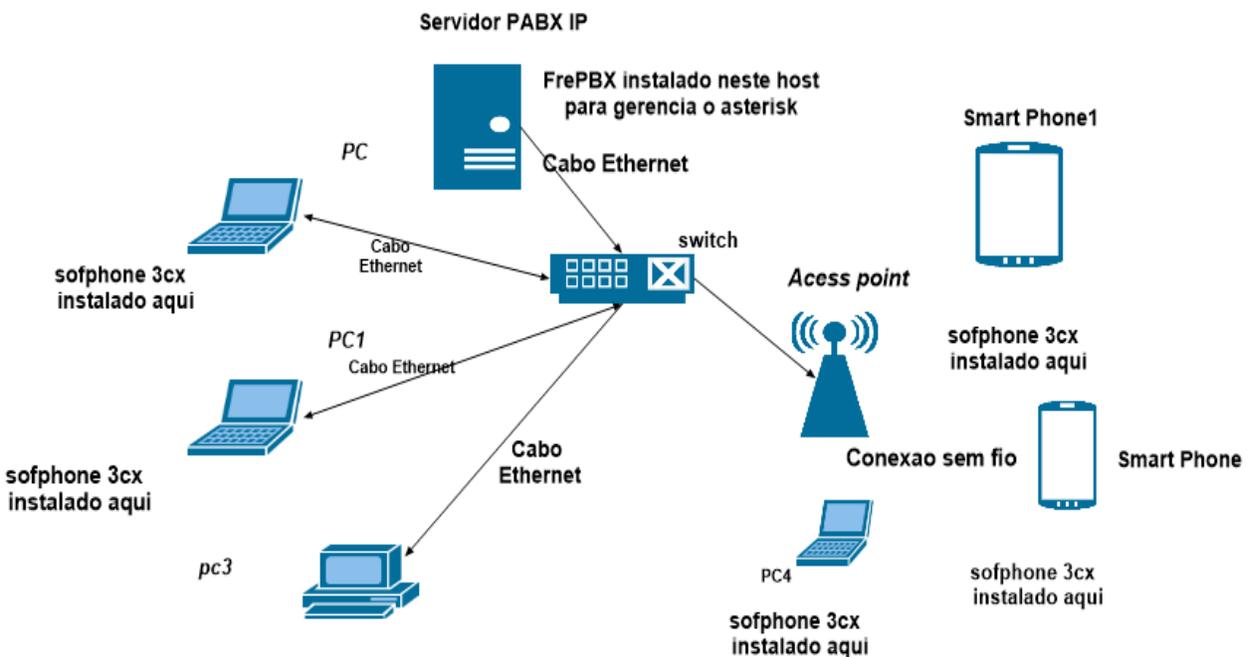
3.1. Requisitos para implementação

3.1.1. Estrutura da rede

Todos os *hosts* e servidor devem estar conectados através de switch usando cabos Ethernet ou conexão sem fio para hosts que suportem. *Smartphone* estarão conectados via rede sem fio ao *Access Point* que também estará conectado através do cabo Ethernet ao *switch*.

A figura a seguir mostra a estrutura de ligação dos componentes da rede de computadores.

Figura 13-interligação de componentes do sistema



Fonte autor

3.1.2. Servidor PABX IP

Computador no qual será instalado o *software* PABX IP que irá gerenciar chamadas VoIP e executar solicitações de início, termino e permanência de chamadas VoIP feitas por ramais.

Este deve ter os seguintes requisitos:

- Processador dual core 2 duo 2.1 GHz ou mais;
- Memória RAM 4GB;
- Capacidade de armazenamento 100GB;
- Estar ligado a estrutura de rede IP.

3.1.3. Dispositivos de áudio

Todos os *hosts* ligados ao PABX IP para comunicarem-se entre eles através de VoIP precisam de dispositivos de entrada e saída de áudio que podem ser externos dependendo da disponibilidade e qualidade de dispositivos internos. Os dispositivos externos podem ser auscultadores e devem possuir microfones para entrada de som.

3.2. Descrição do projecto

O projecto consiste na instalação e configuração de PABX IP baseado em Asterisk acessado através de do FreePbx. O FreePbx será instalado num computador que servirá de servidor PABX IP. Irá permitir a gestão de asterisk e permitir a configuração gráfica do asterisk através de uma página acessada através do endereço IP do computador no qual esta instalado.

Através do FreePbx o administrador irá configurar ramais de clientes, definições e serviços da PABX IP. Os *hosts* ligados ao servidor devem estar na mesma rede que o servidor e assim poderão fazer, atender e terminar chamadas bem como serviços adicionais como correio de voz, IVR e chamadas em conferência.

Correio de voz será usado em situações em que o usuário esteja indisponível ou ocupado.

IVR será configurado para o usuário ligar a número e obter um menu ajuda no uso de sistema. Neste menu poderá escutar os números a discar para ligar em cada departamento da instituição e menu para questões de manuseio do sistema.

Conferência de chamadas será configurado para conectar 3 ou mais chamadas simultaneamente para caso de reuniões virtuais dentro da organização.

Com este sistema os usuários do sistema poderão se comunicar a custa do aproveitamento de recursos disponíveis nas organizações

3.3. Acesso e configurações do servidor

O servidor será configurado através do modo gráfico usando o endereço IP do computador onde está instalado o servidor PABX IP. Ao ligar e introduzir o nome e a senha do usuário raiz, o servidor irá apresentar o endereço IPv4. Que deve ser usado navegador de outro computador ligado a rede. O endereço introduzido no navegador irá abrir uma página web inicial do freebx onde depois da validação da senha e nome pode ter configurações do sistema. A figura a seguir mostra o endereço IPv4 que deve ser usada para o acesso a configuração do servidor.

Figura 14-IP para configuração do servidor

Interface	MAC Address	IP Addresses
eth0	08:00:27:A0:C1:61	192.168.0.198 fe80::a00:27ff:fea0:c161
eth1	08:00:27:DA:32:23	
eth2	08:00:27:93:B7:73	

Fonte autor

3.4. Configuração do endereço IP de servidor estático como estático

O endereço IP de cada servidor deve ser colocado como estático para que não possa variar de endereço IP. Para colocar deve se entrar no menu admin e seleccionar o submenu conectividade. A figura a seguir mostra a página de configuração da rede para estático

Figura 15-configuracao de rede

Network Settings

Wired Networks | **Wireless Networks**

Network Interface	eth0
IP Assignment	Static DHCP Unconfigured
Static IP	192.168.0.159
Netmask	24
Gateway	192.168.0.1
Start Automatically	Yes No

Fonte autor

3.5. Configurar *firewall*

O *firewall* deve ser configurado a aceitar apenas o endereço de rede local, assim não vai permitir chamadas externas proporcionando menos possibilidade de ataque através de redes externas. A configuração é feito através de menu conectividade.

A figura a seguir mostra uma imagem com dados de configuração de *firewall*.

Figura 16-configuração de *firewall*

<input type="checkbox"/>	Network/Host	Assigned Zone
<input type="checkbox"/>	192.168.0.102/32 <small>You can enter a short description for this network here.</small>	Trusted (Excluded from Firewall)
<input type="checkbox"/>	192.168.0.0/24 <small>You can enter a short description for this network here.</small>	Trusted (Excluded from Firewall)
	<input type="text" value="Enter new IP or Hostname here"/>	Local (Local trusted traffic)
	<small>You can enter a short description for this network here.</small>	

Fonte autor

3.6. Criação de ramais.

A seguir faz-se a descrição dos passos para a criação de ramais para os usuários clientes do sistema PABX IP.

Através do menu aplicações seleccionar ramais. Escolher o tipo de canal que deseja criar. Inserir o número de ramal, nome e senha do ramal.

Os ramais criados vão ter como protocolo de sinalização o SIP devido a sua aplicação em muitos aplicativos *softphones* e assim garantindo escalabilidade e flexibilidade. A figura a seguir mostra os dados mais importantes a serem inseridos na criação do ramal.

Figura 17-criação do ramal

Adicionar Extensão PJSIP

General Voicemail Find Me/Follow Me Advanced Pin Sets Other

— Adicionar Extensão

This device uses **PJSIP** technology listening on Port 5060 (UDP)

Extensão de Utilizador

Nome a Exibir

CID de Saída

CID de emergência

Secret

Fonte autor

3.7. Configuração de correio de voz

A activação do serviço correio de voz de cada ramal é feita no momento da criação do ramal através de submenu correio de voz. Para segurança cria se uma senha para permitir acesso condicional a mensagem de voz gravadas.

A figura a seguir mostra página de configuração de serviço de correio de voz.

Figura 18-activação de correio de voz

Adicionar Extensão CUSTOM 100

General Voicemail Find Me/Follow Me Advanced Pin Sets

— Voicemail

Habilitado Sim Não

Voicemail Password

Fonte autor

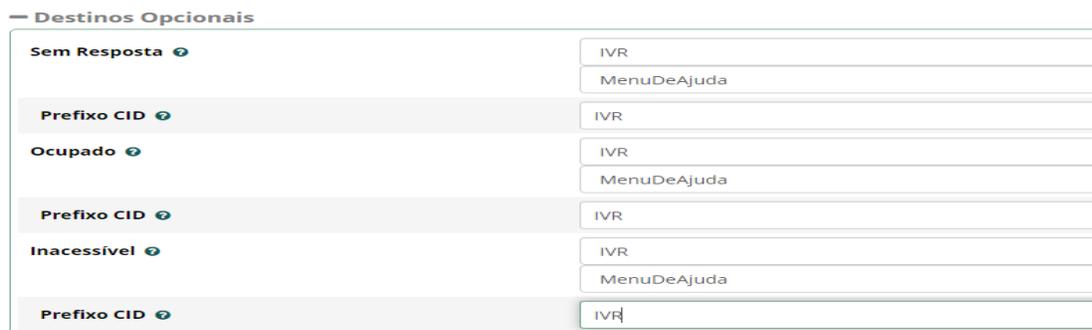
3.8. Configuração de IVR

O IVR é criado através de menu aplicações IVR. Deve se gravar as mensagens que devem ser reproduzidas ao se ligar para número no qual foi configurado o IVR. Para gravar as mensagens de voz basta entrar no menu aplicações e seleccionar gravações do sistema. Fazer carregamento de mensagem que pretende colocar no menu da unidade de resposta audível.

Para que um número sirva só de IVR deve se desviar todas chamadas para IVR.

A figura a seguir mostra um menu de configuração de IVR.

Figura 19-Configuração de IVR



Destinos Opcionais	
Sem Resposta	IVR MenuDeAjuda
Prefixo CID	IVR
Ocupado	IVR MenuDeAjuda
Prefixo CID	IVR
Inacessível	IVR MenuDeAjuda
Prefixo CID	IVR

Fone autor

3.9. Configuração de conferências de chamadas

A configuração de conferências é feita através de menu aplicações e seleccionando o submenu conferências. Preencher os campos com o número da conferência, nome da conferência, *pin* do usuário e do administrador da conferência depois clicar no botão Enviar. A figura a seguir mostra a tela de configuração de conferencia das chamadas.

Figura 20-configuração de conferência de chamadas

Conferences: Adicionar

Conference Number ⓘ	<input type="text"/>
Conference Name ⓘ	<input type="text"/>
User PIN ⓘ	<input type="text"/>
Admin PIN ⓘ	<input type="text"/>
Language ⓘ	Inherit
Join Message ⓘ	None

Autor

3.10. Codificadores

É importante escolher o tipo de codificador de acordo com recursos disponíveis e necessidade. O codificador escolhido para canais de ramais é o G721 por apresentar melhor qualidade além disso apresenta melhor qualidade e praticamente não adiciona o atraso durante a codificação.

Este codificador tem como desvantagem por necessitar mais capacidade da rede em relação a outros pois precisa de 64Kbps por cada chamada. A largura de banda necessária por cada chamada é igual a banda do codificador acrescido de 20% de sinalização. Assim por cada chamada seria necessário

$64\text{kbps} + 0.20 \cdot 64\text{Kbps} = 76.8\text{Kbps}$.

3.11. Modo de operação do servidor

O servidor automaticamente opera no modo centralizado possibilitando o servidor a intermediar as chamadas. Este modo vai permitir com que seja possível ter serviços adicionais como correio de voz, IVR, Conferência de chamada.

3.12. Configuração de dispositivos de áudio para *hosts*

Para computadores que não possuem reprodutores de mídia como auscultadores ou alto-falantes e microfones, instalar esses dispositivos e associar aos *softphones* escolhidos. Alguns auscultadores e microfones têm um único cabo USB, neste caso basta inserir o cabo o USB e seguir com a instalação dos *drivers*. E caso seja microfone e auscultadores conectar estes cabos na entrada corresponde no computador.

Os conectores usados para computadores têm 3.5mm e serão usados dois um para a entrada do sinal de áudio e outro para a saída de áudio.

3.13. Configuração de *softphone*

A configuração do softphone é a inserção de dados do usuário SIP criados no servidor e a selecção dos dispositivos de saída e entrada de som. O softphone usado para este projecto é o 3cx phone e esta mostrado na figura 19.

Para configurar basta clicar create perfil (criar perfil) inserir os campos de:

Account name: nome da conta

Caller ID: nome para identificar a chamada

Extension: número de extensão

Password: senha da extensão

I am in the office –local IP- número de endereço IP do servidor.

Figura 21-tela inicia de 3cxe



Fonte autor

3.14. Avaliação de económica

A organização a usar *PABX IP Asterisk* para comunicação teria apenas de ter disponibilidade de computador para instalar o software ou caso não tenha comprar um com características mínimas iguais a acima mencionados. O projecto não tem um custo fixo por depender da existência de computador disponível na organização e o número de auscultadores precisos para computadores disponíveis para usar o serviço. A tabela a seguir mostra o valor do preço unitário de requisitos.

Produto	Valor unitário em meticais
Computador + monitor 17 + rato + teclado	15000.00
Auscultadores	700.00
Cabo RJ45	235.00

O *softphone* 3cxs usado é grátis não precisa ser pago apenas baixar, instalar e configurar.

4. Considerações finais e recomendações

4.1. Conclusão

O presente trabalho objectiva implementar um PABX usando o IPv4, segundo definido no primeiro objectivo específico, foi possível identificar os dispositivos de uma rede de computadores, descreve-se o funcionamento de uma PABX, de acordo com o segundo objectivo, igualmente foi caracterizado o funcionamento da tecnologia VoIP e apresentada arquitectura de uma PABX IP Usando IPv4 no terceiro e quarto objectivo respectivamente.

A implementação da PABX IP irá permitir com que colaboradores de uma organização possam se comunicar dentro da organização usando como base a estrutura e recursos de rede computadores instalados e desta maneira proporcionando o aumento de instrumentos de trabalho, consequentemente contribuindo na redução de custo de comunicações internas dentro das organizações.

Irá igualmente possibilitar a diminuição de deslocamentos de um ponto para outro de colaboradores proporcionando mais distanciamento físico dentro das organizações o que ajuda na minimização de doenças como COVID19.

A implementação foi baseada no *software* PABX IP Asterisk pois mostra-se economicamente viável pelo facto de se instalar o software num computador que pode ser adquirido a preço muito baixo em relação a aquisição de um PABX IP físico. O Asterisk também apresenta vantagens por ter um número de ramais maior pois o PABX IP físico tem o número de ramais limitados por capacidade de portas para a ligação de telefones IP.

Desta forma conclui-se que a implementação do PABX usando IPv4 permitirá reaproveitar os recursos de rede de computadores disponíveis em organizações para comunicação e facilitação do trabalho através de adição de mais instrumento de trabalho de forma económica.

4.2. Recomendações

- Para continuidade deste trabalho recomenda-se a configuração de chamadas via Internet caso a organizações tenha outros departamentos fora da LAN.
- Pode-se também configurar chamadas de vídeo.

5. Bibliografia

5.1. Referências bibliográficas

1. Castellón, B. N., & Guitierrez, M. d. (2012). *configuración e instalación de una PBX virtual*.
2. Feijó, N. d. (2015). *Rede de Telefonia Colaborativa com VoIP*.
3. Gonçalves, F. E. (2007). *Como construir e configurar um PABX com Software Livre*. São Paulo: V office networks .
4. GROSS, F. D. (2009). *Implementando uma Solução VoIP Baseada em Asterisk com Alta-disponibilidade e Balanceamento de Carga*. Trabalho de conclusão do curso, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.
5. Macedo, R. T., Franciscatto, R., da Cunha, B. G., & Bertolini, C. (2018). *REDES DE COMPUTADORES*. Santa Maria RS: UFSM.
6. Sousa , Lindeberg Barros de. (1999). *Redes de Computadores: dados, voz e imagem*. São Paulo: Erica.
7. Pereira, Ricardo. Martins Romero.(2008). Avaliação de desempenho de VoIP através de modelos estocásticos utilizando distribuições poli- exponenciais.
8. Keller, A. (2011). *Asterisk na prática* (2 ed.). São Paulo: Novatec Editora.
9. Marcone, M. d., & Lakatos, M. E. (2010). *Fundamentos de metodologia Científica* (7 ed.). São Paulo: Atlas.
10. Medeiro, J. C. (2016). *Princípio de Telecomunicações Teoria e Prática* (5 ed.). São Paulo: Erica.
11. Meggelen, J. V., Smith, J., & Madsen, L. (2005). *Asterisk O Futuro da Telefonia*. Rio de Janeiro: Atlas Book.

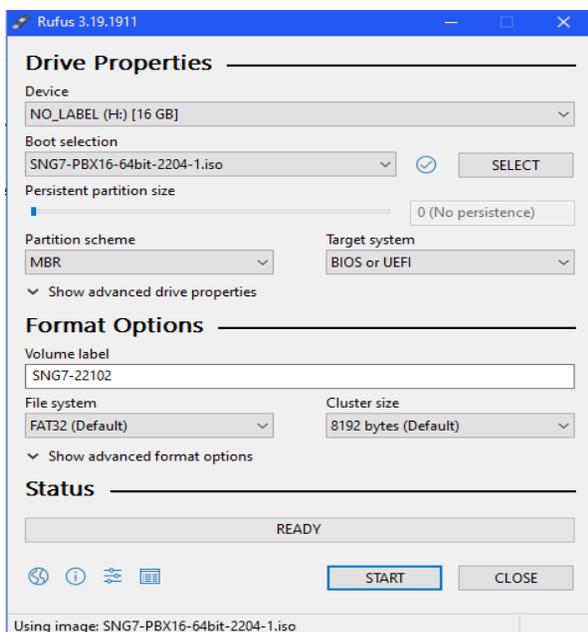
12. Peterson, L., & Davie, B. (2013). *Redes de computadores uma abordagem de sistemas*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.
13. Torres, Gabriel (2011). *Redes de computadores curso completo*. (1 ed). Rio de Janeiro: Axcel Books
14. Universidade Eduardo Mondlane. (2009). *REGULAMENTO DE CULMINAÇÃO DE ESTUDOS NOS CURSOS DE ENGENHARIA*. Maputo.
15. <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialteliporg1/default.asp>, 10 de Julho de 2022
- 16.
17. <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialqosotm/default.asp>, 10, de Julho 2022
18. <http://www.infowester.com/voip.php>. 9 de Julho de 2022
19. https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipconv/pagina_5.asp, 17 de Julho de 2022
20. https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialvoipcp1/pagina_3.asp , 20 de Julho de 2022
21. Lobo, Fátima (2003). *Clima organizacional no sector publico*. Porto: Fundação Calouste Hulbenkian.
22. Pereira & Martins (2019) , *VoIP: A nova realidade de telecomunicações*. Revista EduFatec: Educação, Tecnologia e gestão Franca.

Anexos

Anexo-1

Instalação de freePBX

1. baixar o freeBPX através do endereço www.freepbx.org
2. baixar e instalar rufus através di endereço www.rufus.ie para fazer a mídia de inicialização de instalação do freepbx.
 - 2.1. Criar de mídia de inicialização do frepbx no USB flash.
 - a) Abrir o aplicativo instalado rufus, seleccionar o directório do freepbx, e dispositivo removível que pretende copiar o software para a instalação. Finalmente clicar no botão start para copiar o sistema para o disco rígido USB.



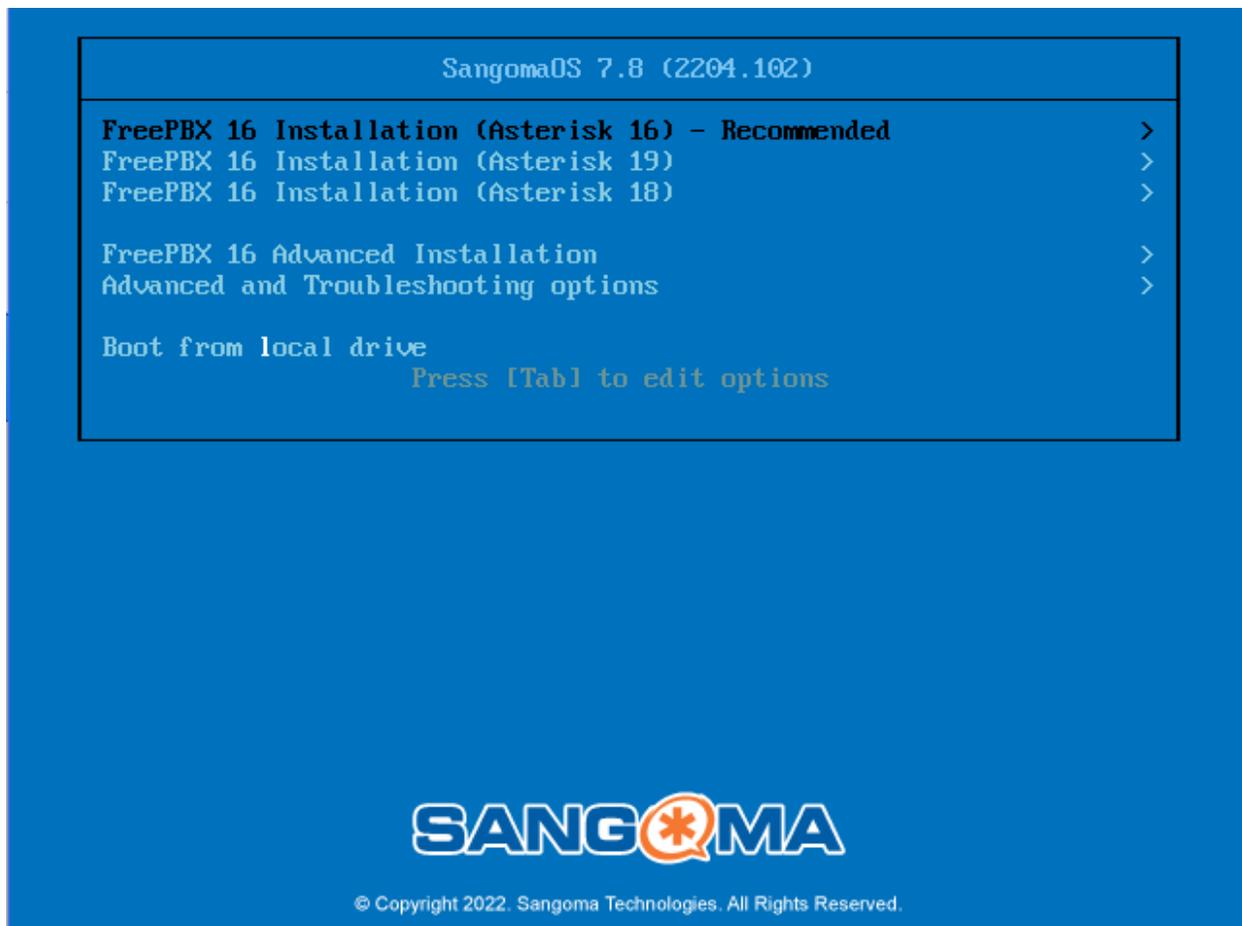
3. Instalar de frepbx

- a) Inserir a memória removível no computador a instar a PABX.

- b) Ligar o computador a instalar a PABX IP caso computador a instalar já esteja ligado desligar e religa-lo.
- c) Acessar o menu de inicialização do computador. O acesso a este menu depende do modelo da placa-mãe do computador. A maioria dos computadores usam uma dessas teclas F10, F11, F12, F2 ou Esc.
- d) Seleccionar a unidade de memória USB que contem a midia de instalação da PABX e seguir com a instalação e seguir com a instalação ate o final.

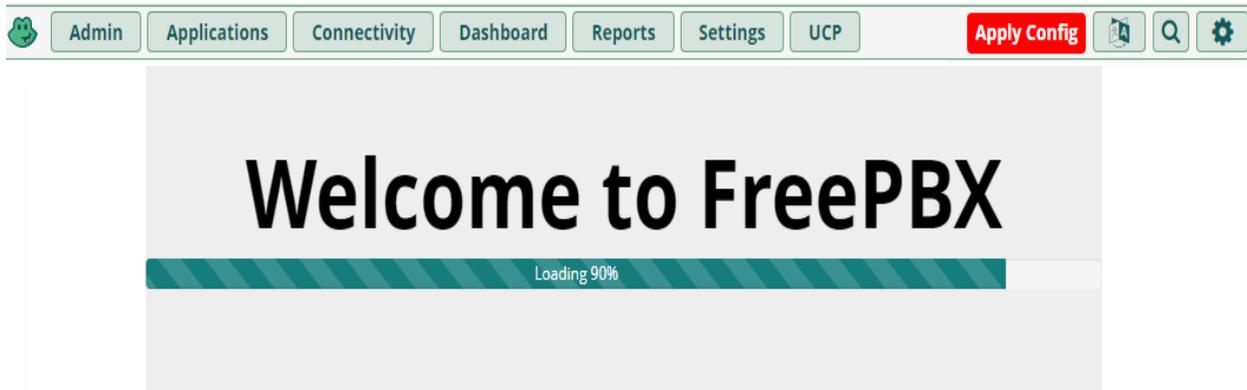
A figura a seguir mostra a tela inicial de instalação do freepbx.

Figura 22-tela inicial de instalação de FreePbx



A figura a seguir mostra a tela inicial de configuração do asterisk atraves do freepbx.

Figura 23-tela inicial de configuracao do Asterisk atraves do freepbx



Anexo 2

Dispositivos de áudio para computadores

Auscultadores que podem ser usados nos computadores. As entradas e saídas e entrada de áudio podem ser via conector de áudio 3,5mm ou via porta USB.

Figura 24- auscultador com entrada e saída de áudio através do conector de 3.5mm



Fonte (<https://www.google.com/search?client=ms-opera-mini-android&channel=new&biw=360&bih=464&tbm=isch&sa=1&q=auscultador+para+pc+usb&oq=auscultador+para+pc+usb&aqs=mobile-gws-lite..#&biw=360&bih=464&biw=360&bih=464>)

Figura 25- conector com adaptador com Bluetooth para computadores sem Bluetooth



Fonte (<https://www.google.com/search?client=ms-opera-mini-android&channel=new&biw=360&bih=464&tbm=isch&sa=1&q=auscultador+para+pc+adaptador+bluetooth&oq=auscultador+para+pc+adaptador+bluetooth&aqs=mobile-gws-lite..#>)

Figura 26-auscultador com entrada e saída de áudio através da porta USB



Fonte (<https://www.google.com/search?client=ms-opera-mini-android&channel=new&biw=360&bih=464&tbm=isch&sa=1&q=auscultador+para+PC++2+cabos+&oq=auscultador+para+PC++2+cabos+&aqs=mobile-gws-lite..#>)

Figura 27-Conector de 3.5mm para saída e entrada de áudio no computador



Fonte (<https://www.google.com/search?client=ms-opera-mini-android&channel=new&biw=360&bih=464&tbm=isch&sa=1&q=conector+de+%C3%A1udio+de+3.5mm+para+pc&oq=conector+de+%C3%A1udio+de+3.5mm+para+pc&aqs=mobile-gws-lite..#>)