

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DAINF - DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

EDUARDO VANDERLEI DOS SANTOS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INFRAESTRUTURA DE REDES
LOCAIS HIERARQUICAMENTE ESTRUTURADA, COM
TELEFONIA VOIP E APLICAÇÃO DE QUALIDADE DE SERVIÇO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2019

EDUARDO VANDERLEI DOS SANTOS JUNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INFRAESTRUTURA DE REDES
LOCAIS HIERARQUICAMENTE ESTRUTURADA, COM
TELEFONIA VOIP E APLICAÇÃO DE QUALIDADE DE SERVIÇO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Christian Carlos Souza Mendes
UTFPR

Coorientador: Fabiano Scriptore de Carvalho
UTFPR

CURITIBA
2019

Agradeço a todos que estiveram sempre ao meu lado e nunca me deixaram desistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores e técnicos administrativos que me acompanharam por toda a minha vida acadêmica.

Agradeço ao meu Orientador Fabiano que me deu suporte a todas as necessidades que tive durante a execução desse trabalho.

Agradeço muito meus amigos e familiares que nunca desistiram de mim e não me deixaram desistir nas piores horas.

Eu denomino meu campo de Gestão do Conhecimento, mas você não pode gerenciar conhecimento. Ninguém pode. O que pode fazer - o que a empresa pode fazer - é gerenciar o ambiente que otimize o conhecimento. (PRUSAK, Laurence, 1997).

RESUMO

VANDERLEI, Eduardo dos Santos Junior. Implementação de uma infraestrutura de redes locais hierarquicamente estruturada, com telefonia VoIP e aplicação de qualidade de serviço. 2019. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

A tecnologia se tornou algo indispensável, numa geração onde todas as informações percorrem o mundo em tempo real é necessário que as redes locais se adéquem cada vez mais rápidos as inovações que aparecem a todo momento. Ter uma rede bem planejada que aceite novas adições é essencial. A telefonia VoIP é umas dessas tecnologias que estão sendo rapidamente difundidas e incorporadas a redes de computadores, além de trazer novidades a esse tipo de comunicação, o custo benefício a longo prazo é melhor que o da telefonia convencional. Para manter a qualidade na prestação de serviço precisa de uma infraestrutura estruturada e aplicação de recursos que garantam a Qualidade de Serviço. Esse trabalho visa implementar uma rede local hierárquica estruturada com serviços de VoIP, aplicação de Qualidade de Serviço, segurança de rede e outras configurações que garantam a estabilidade da rede VoIP. Com isso dar base para futuros estudos sobre a relevância de redes locais estruturadas em diversos ambientes que aplicam QoS em redes com VoIP e servir como referência para projetos que desejam implementar redes locais fora do ambiente acadêmico.

Palavras-chave: Redes de computadores. Infraestrutura. VoIP. QoS. Rede local.

ABSTRACT

VANDERLEI, Eduardo dos Santos Junior. Title in English. 2019. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Technology has become indispensable, in a generation where all information travels the world in real time, it is necessary that the local networks adapt faster and faster to the innovations that appear at all times. Having a well-planned network that accepts new additions is essential. VoIP telephony is one of those technologies that are being rapidly spread and incorporated into computer networks, in addition to bringing news to this type of communication, the long-term cost benefit is better than conventional telephony. In order to maintain the quality of the service, it needs a structured infrastructure and application of resources that guarantee Quality of Service (QoS). This work aims to implement a hierarchical local network structured with VoIP services, Quality of Service application, network security and other configurations that guarantee the stability of the VoIP network. This will provide a basis for future studies on the relevance of structured local networks in several environments that apply QoS in VoIP networks and serve as a reference for projects that wish to implement local networks outside the academic environment.

Keywords: Computer network. Infrastructure. VoIP. QoS. Local network.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pilha de protocolos TCP/IP	6
Figura 2 – Endereçamento IPv4 demonstrado em bits	7
Figura 3 – Cabeçalho do pacote IPv4.	8
Figura 4 – Endereçamento IPv4 demonstrado em bits	9
Figura 5 – Cabeçalho do pacote IPv6 demonstrado em bits	10
Figura 6 – Representação da recursividade e hierarquia no DNS	12
Figura 7 – Possíveis gargalos de rede.	13
Figura 8 – Simulação de agregação de enlaces.	14
Figura 9 – Exemplo de rede contendo NAT.	14
Figura 10 – Exemplo de tabela de tradução.	15
Figura 11 – Uma topologia de uma rede hierárquica de três camadas.	17
Figura 12 – Infraestrutura utilizada para testes.	20
Figura 13 – Cenário de Transição.	21
Figura 14 – Algoritmo de gerenciamento	22
Figura 15 – Topologia proposta.	24
Figura 16 – Cronograma para realização do trabalho	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de divisão de endereços utilizáveis e reservados	8
--	---

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARPA	Advanced Research Projects Agency
BITNET	Because It's Time Network
CSNET	Computer Science Research Network
CUNY	City University of New York
DAINF	Departamento Acadêmico de Informática
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
FTP	File Transfer Protocol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
LabRedes	Laboratório de Redes de Computadores
LACNIC	Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry
MAC	Media Access Control
MPLS	Multi-layer Protocol Label Switching
NAT	Name Address Translate
NSF	National Science Foundation
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RFC	Request For Comments
RSVP	Resource Reservation Protocol
SCTP	Stream Control Transfer Protocol
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
TCP	Transmission Control Protocol

UDP	User Datagram Protocol
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VLAN	Virtual Local Area Network
VoIP	Voice over internet protocol
WAN	Wide Area Network

<https://www.overleaf.com/project/5cf8863064c82526ec193b0f>

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	1
1.1.1 OBJETIVO GERAL	1
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2 JUSTIFICATIVA	2
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2
2 – REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 REDE DE COMPUTADORES	4
2.1.1 HISTÓRIA DA REDE DE COMPUTADORES	4
2.1.2 MODELO EM CAMADAS	5
2.1.2.1 CAMADA DE APLICAÇÃO	5
2.1.2.2 CAMADA DE TRANSPORTE	6
2.1.2.3 CAMADA DE REDE	6
2.1.2.4 CAMADA DE ENLACE	7
2.1.2.5 CAMADA FÍSICA	7
2.1.3 ENDEREÇAMENTO DE REDE	7
2.1.3.1 ENDEREÇO IPV4	7
2.1.3.2 ENDEREÇO IPV6	9
2.1.4 PADRÃO IEEE 802	10
2.1.4.1 PADRÃO IEEE 802.3	10
2.1.4.2 PADRÃO IEEE 802.3u	11
2.1.4.3 PADRÃO IEEE 802.3ab	11
2.2 INFRAESTRUTURA LÓGICA DE REDES DE COMPUTADORES	11
2.2.1 DHCP	11
2.2.2 DNS	12
2.2.3 VLAN	12
2.2.4 ETHERCHANNEL	13
2.2.5 NAT	13
2.3 INFRAESTRUTURA FÍSICA DE REDES DE COMPUTADORES	15
2.3.1 HUB	15
2.3.2 SWITCHES	15
2.3.2.1 DIVISÃO BASEADA NO GERENCIAMENTO	15
2.3.2.2 DIVISÃO BASEADA NA CAMADA DE ATUAÇÃO	16
2.3.3 ROTEADORES	16
2.3.4 TELEFONES IP	16

2.4	Redes Hierárquicas	16
2.4.1	CAMADAS DA REDE HIERÁRQUICA	16
2.5	Quality of Service	17
2.6	VoIP	18
2.6.1	TELEFONIA ANALÓGICA	18
2.6.2	TELEFONIA DIGITAL	18
2.6.3	TELEFONIA VoIP	19
2.6.4	QoS E VoIP	19
2.7	ESTADO DA ARTE	19
2.7.1	PESQUISAS NA ÁREA	20
3	– METODOLOGIA	23
3.1	PLANEJAMENTO	23
3.2	IMPLEMENTAÇÃO	23
3.3	TESTE	24
3.3.1	TESTES DE STRESS	24
3.3.2	TESTES DE DISPONIBILIDADE	24
3.3.3	TESTES DE SEGURANÇA	24
3.3.4	AValiação DOS DADOS	25
4	– RECURSOS DE HARDWARE, SOFTWARE E VIABILIDADE	26
4.1	RECURSOS DE HARDWARE	26
4.2	RECURSOS DE SOFTWARE	26
4.3	VIABILIDADE	26
5	– CRONOGRAMA	27
6	– CONCLUSÃO	28
6.1	TRABALHOS FUTUROS	28
	Referências	29

1 INTRODUÇÃO

As metodologias de comunicação por redes de computadores vem sendo modificadas durante toda sua história, desde uso militar até o acadêmico. atualmente estas tecnologias estão em todos os lugares, objetos do nosso cotidiano como geladeiras, televisão e carros estão conectados a internet pública. Um método de comunicação que vem sendo desenvolvido nos dias atuais é a telefonia Voz sobre IP (VoIP), ela permite converter a voz humana em sinais que são transmitidos pela rede de dados. A telefonia VoIP apresenta uma série de vantagens sobre a telefonia comum, tal como a redução no custo a longo prazo, pois utiliza a rede de dados já existente. Além de trazer um série novas funcionalidades como como a integração com a Web, voice-mails e telefones inteligentes [Passito \(2004.\)](#).

Em redes com muitos usuários se encontra o maior problema da telefonia VoIP, garantir que os pacotes com os sinais de voz sejam entregues sem serem descartados no caminho, para garantir que esses pacotes ganhem prioridade durante o percurso utiliza-se a tecnologia de Qualidade de Serviço (QoS) [CROCETTI \(2012\)](#), o QoS se torna indispensável no planejamento de uma rede local que contenha serviços telefonia VoIP, ele garante a qualidade do serviço prestado.

Para que VoIP e o QoS possam funcionar de maneira correta, precisa-se pensar também na infraestrutura onde estes estão implementados. Muitas vezes as infraestruturas são feitas as pressas ou por profissionais que não apresentam conhecimentos sobre redes de computadores, redes assim podem gerar transtornos com manutenção e inserção de novos equipamentos e tecnologias [BARBOSA \(2012\)](#). Uma das possibilidades para resolução desse problema é o modelo de redes locais hierárquico, onde a rede é dividida em 3 camadas, no qual cada camada é responsável por uma nível de configuração da rede.

Esse trabalho visa abordar as etapas do planejamento de uma infraestrutura de rede local hierárquica associada a uma estrutura de telefonia VoIP e aplicação de recursos de qualidade de serviço. Com a rede final constituída teste serão realizados para analisar a qualidade do serviço prestado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Implementação de uma infraestrutura de rede local hierárquica com foco em Voz sobre IP (VoIP) com a execução estruturada, com aplicação de Qualidade de Serviço (QoS) e segurança de rede.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um projeto lógico e físico da topologia que mapeie a rede local hierárquica a ser implementada;
- Realizar um projeto lógico da topologia que mapeie a rede VoIP a ser implementada com os devidos hardware e software a serem utilizados;
- Planejar a infraestrutura de recurso Qualidade de serviço (QoS), para servir de apoio a rede de voz sobre IP (VoIP);
- Implementar em uma rede local hierárquica real, os projetos de VoIP e QoS planejados;
- Realizar testes na rede local hierárquica final constituída e obter resultados que possam ser utilizados em trabalhos posteriores.

1.2 JUSTIFICATIVA

Muitas redes de computadores são implementadas sem o devido planejamento e preocupações com a integração de novas tecnologias, como o VoIP e a qualidade do serviço. Isso impacta a rede de forma negativa, proporcionando lentidão, indisponibilidade e falhas de segurança. Esse trabalho visa implementar uma rede local hierárquica estruturada com serviços de VoIP, aplicação de Qualidade de Serviço, segurança de rede e outras configurações que garantam a estabilidade da rede VoIP. Com isso dar base para futuros estudos sobre a relevância de redes locais estruturadas em diversos ambientes que aplicam QoS em redes com VoIP e servir como referência para projetos que desejam implementar redes locais fora do ambiente acadêmico.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é estruturado em 4 capítulos, os quais visam atender os objetivos propostos. No capítulo 1, capítulo introdutório a seguinte estrutura é formulada tendo início com a introdução sobre a área do problema. Seguido pelos objetivos que o trabalho propõe, tanto geral como os específicos e por fim a justificativa para a realização do trabalho.

No capítulo 2 será explicado o referencial teórico do trabalho, que está dividido em redes de computadores que cita um pouco da história da redes de computadores e como ela é estruturada; Seguido por uma explicação de alguns protocolos importantes em redes de computadores que formam a infraestrutura lógica de redes de computadores; Na terceira parte é descrito alguns equipamentos de rede e qual o seu funcionamento; Procedido por uma seção que explica o funcionamento de uma rede hierárquica; Na próxima seção contem uma explicação teórica do conceito de Qualidade de Serviço; Logo após é apresentado o conceito

de VoIP e a importância da aplicação de Qualidade de Serviço em uma rede que apresenta aplicações de VoIP; E o capítulo se encerra com o estado da arte, com uma pesquisa em trabalhos relacionados.

No capítulo 3 será mostrado a metodologia do trabalho que será dividida em 3 partes o planejamento, implementação e testes.

No capítulo final está listado as referências utilizadas durante a produção desse trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesse capítulo será apresentado um breve resumo do surgimento das redes de computadores, após é apresentado conceitos teóricos sobre o seu funcionamento e composição, seguindo para a explicação sobre Qualidade de serviço e telefonia VoIP e por fim um estado da arte sobre os conceitos abordados nesse trabalho.

2.1 REDE DE COMPUTADORES

2.1.1 HISTÓRIA DA REDE DE COMPUTADORES

O crescimento de computadores eletrônicos foi incentivado pela necessidade de modos mais avançados para o cálculo de trajetórias de mísseis ou balas e pela busca constante de descriptação de códigos durante a Segunda Guerra Mundial. Após o término da guerra e consequente conflito entre EUA e URSS, foi necessário expandir a computação para gerir e controlar informações [Edwards \(1996\)](#). Mais de noventa por cento da verba destinada a pesquisa e desenvolvimento pelo governo estadunidense era representado por esta área em específico [Carvalho \(2006\)](#)

No anos 1950, no auge da Guerra Fria, o governo norte americano viu a necessidade de criar uma agência para competir com o avanço soviético que acabara de lançar seu primeiro satélite em 1957. Assim o departamento de defesa fundou a Advanced Research Projects Agency (ARPA) [NORBERG Arthur L. \(1996\)](#). Após uma série de mudanças internas e externas na organização do governo, a ARPA tinha um nova missão: o departamento era responsável pelas pesquisas na área de processamento, análise e tomada de decisão em grandes quantidades de informações.

Com essa nova cara, a ARPA encontrava o novo problema de como interligar vários métodos de computação eletrônica separadas [Licklider \(1960\)](#). A necessidade de otimizar esses recursos físicos e desenvolver uma comunicação de dados em redes de computadores deu a largada para o projeto ARPANET, mesmo não se sabendo como projeto iria ser realizado [ABBATE \(2000\)](#). A solução poderia vir da comutação por pacotes, as informações são divididas e enviadas para a rede com endereço origem e endereço destino e muitas vezes não seguem o mesmo caminho para chegar ao destinatário.

Durante o desenvolvimento da ARPANET encontrou-se outros problemas como a falta de apoio do governo, dificuldade de implementação de uma rede que atendia institutos separados fisicamente e a comunicação entre diferentes marcas de equipamentos. Essa última teve como solução: a divisão da arquitetura em camadas, como foi nomeada, onde cada camada era responsável pela comunicação desses equipamentos, desde sinais elétricos até a comunicação com humanos, assim a facilidade de implementação e manutenção aumentaram e a descentralização da criação foram importantes para a viabilidade do projeto [ABBATE \(2000\)](#).

Para um bom funcionamento das redes era necessário também a padronização de uma forma de comunicação entre os membros de cada camada, assim os protocolos tem essa função de normatizar essa troca de informações entre os participantes [KUROSE e ROSS \(2010\)](#).

Até o início dos anos 1980 a ARPANET era uma rede que interligava algumas universidades norte americanas financiadas para pesquisas militares. O cenário começou a mudar aos poucos quando uma rede de universidades solicitou financiamento para National Science Foundation (NSF), para financiar uma rede que interliga os departamentos de computação, assim estava em criação a Computer Science Research Network (CSNET) [Hafner e Lyon \(1996\)](#). Mais tarde em 1981, na City University of New York (CUNY) foi montada uma rede mais barata e simples a Because It's Time Network (BITNET) que, diferente das anteriores não tinha restrição de acesso, apenas que não fosse usada para fins comerciais [Carvalho \(2006\)](#).

Com a rede de computadores bem consolidada surge também ideias que mudam o jeito de se ver comunicação. Tecnologias como o Voice over Internet Protocol (VoIP) tem tomado mais seu espaço dentro das redes. A telefonia VoIP traz uma série de atrativos a mais que a telefonia Public switched telephone network (PSTN), como formas mais interativas de comunicação (vídeo e mensagens instantâneas) como também a integração entre voz e dados [Callado Gabriel Fernandes e Kelner. \(2007\)](#).

As tecnologias ligadas à redes de computadores crescem em larga escala [KUROSE e ROSS \(2010\)](#), O maior desafio é o de agregar essas tecnologias de maneira correta, para que as melhorias sejam eficientes . Muitas vezes não há a possibilidade de parar os processos para essa implementação [Braga \(2017\)](#).

2.1.2 MODELO EM CAMADAS

Segundo Carvalho 2006, rede de computadores pode ser vista como uma topologia de conexão entre artefatos cuja finalidade é o transporte inalterado de informações. Durante a elaboração da primeira rede de computadores, existiu a necessidade de atender esse tipo de transporte, para isso havia a necessidade de atender diferentes áreas de forma descentralizada, assim foi adotado o modelo em camadas, onde cada camada era responsável por um pedaço da rede [ABBATE \(2000\)](#). A seguir será explicado o modelo TCP/IP como é dividido esse modelo que é o mais usado atualmente e qual a responsabilidade de cada camada.

2.1.2.1 CAMADA DE APLICAÇÃO

A camada de Aplicação (camada 5) é a responsável por protocolos de mais alto nível, ou seja, responsáveis pela comunicação direta com o usuário final (Tanenbaum, 1996). A essa camada pertencem protocolos como Hypertext Transfer Protocol (HTTP), protocolo que provê transferências de arquivos Web, File Transfer Protocol (FTP), protocolo de transferência de arquivos entre dois destinatários finais e o Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), protocolo para envio de correio eletrônico [KUROSE e ROSS \(2010\)](#).

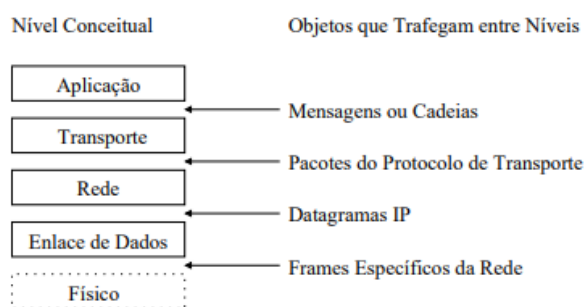


Figura 1 – Pilha de protocolos TCP/IP

Fonte: [Chaves \(2002\)](#)

2.1.2.2 CAMADA DE TRANSPORTE

Segundo [Forouzan e Fegan \(2009\)](#) "a camada de Transporte (camada 4), fica a cargo de comunicação entre processos em execução (um processo é um programa aplicativo em execução) nos destinos finais". Essa camada é representado por dois protocolos principais o User Datagram Protocol(UDP) e o Transmission Control Protocol (TCP).

O Protocolo TCP é orientado a sessões de conexões, isso significa que a transmissão de mensagens é confiável e sem erros, além disso esse tipo de conexão tem métodos de controle de erro. O controle de fluxo, onde os dois lados da conexão equiparam suas taxas de transmissões e o controle de congestionamento, onde os analisam o meio de transmissão e reduzem a taxa de transmissão [Tanenbaum e Wetherall \(2011\)](#).

O protocolo UDP diferente do TCP não é orientado a conexões, não trabalha com controle de erros. Ele trabalha minimamente na conexão enviando o segmento (os dados a serem encaminhados na camada de transporte são nomeados de segmento) com o número da porta do processo que vai recebê-lo o endereço destino e endereço de origem [Forouzan e Fegan \(2009\)](#).

Além desses protocolos [Forouzan e Fegan \(2009\)](#) cita um novo protocolo chamado Stream Control Transfer Protocol (SCTP). O mesmo foi desenvolvido para novas tecnologias que surgiram como a telefonia IP. O SCTP tenta unir a confiabilidade de transmissão do TCP com a velocidade do UDP, para atender melhor algumas aplicações novas que vem surgindo.

2.1.2.3 CAMADA DE REDE

A camada de rede (camada 3) é associada ao mais importante componente da rede computadores o protocolo Internet Protocol (IP). Ele é responsável por enviar as informações (Datagramas), entre os membros da rede. O IP realiza esse encaminhamento com base no melhor esforço, diferente da camada anterior que é orientada a conexão, o IP apenas destina a informação para o próximo destinatário, mas sem garantias de entregas e controle de erro [Forouzan e Fegan \(2009\)](#). Existem também protocolos de roteamento na camada de rede, mas

essa camada é sempre lembrada pelo IP que mantém a integridade da mesma [KUROSE e ROSS \(2010\)](#).

2.1.2.4 CAMADA DE ENLACE

A camada de Enlace (camada 2) serve como base para a camada de rede para o funcionamento de envio de datagramas. Ela garante a entrega dos quadros de um lado para o outro do laço da rede. Como uma rede apresenta diversos equipamentos, cada transferência de quadros pode ser tratada por um protocolo diferente, por exemplo IEEE 802.3. Será comentado posteriormente no trabalho sobre mais protocolos da camada de enlace [KUROSE e ROSS \(2010\)](#).

2.1.2.5 CAMADA FÍSICA

A camada física (camada 1) fica com a função de transmitir os sinais de um lado para o outro do enlace, como existem vários meios físicos para essa transmissão, como cabo de cobre, fibra óptica e cabo coaxial, o protocolo de enlace tem maneiras de enviar os sinais e cada um diferente do restante.

2.1.3 ENDEREÇAMENTO DE REDE

2.1.3.1 ENDEREÇO IPV4

O IPv4 sofreu muitas alterações durante sua vida, ele é o principal responsável pelo funcionamento do modelo apresentado no tópico anterior relacionando direto com a camada de rede. O endereçamento IPv4 é baseado em um número de 32 bits que podem ser observados na divisão de quatro octetos [Barreto \(2015\)](#).

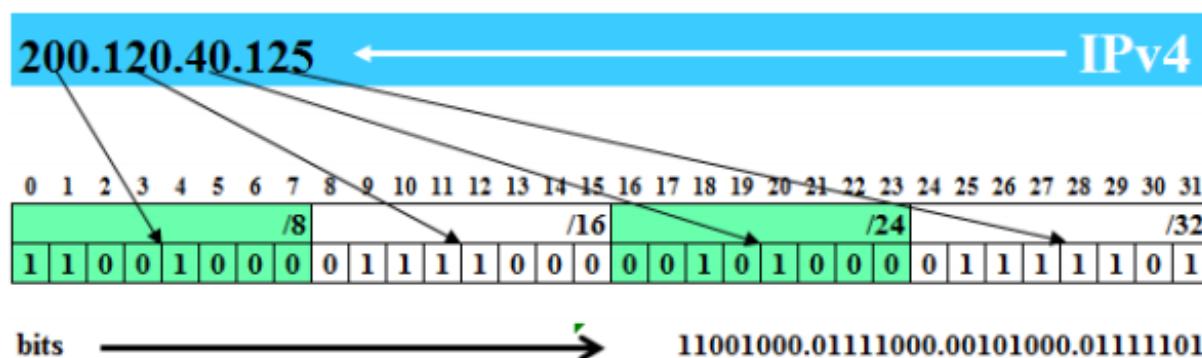


Figura 2 – Endereçamento IPv4 demonstrado em bits

Fonte: [Barreto \(2015\)](#)

Com o endereçamento IPv4 temos uma capacidade de 2 elevado a 32 endereços válidos isso é equivalente a 4.294.967.296 de endereços. Mas com o crescimento acelerado

das redes de computadores esses valores não seriam mais suficientes. Medidas de contenção foram tomadas, uma delas foi a divisão de endereços IPv4 [Nunes \(2013\)](#). Endereços reservados foram homologados pela Request for Comments (RFC) 1918, endereços reservados resolvem o problema do IPv4. Uma rede local com uma quantidade alta de equipamentos não necessita receber a mesma quantidade de endereços, apenas receber um endereço e internamente utilizar endereços reservados.

Tabela 1 – tabela de divisão de endereços utilizáveis e reservados

Classe	Faixa de Endereços	Utilização
A	0.0.0.0 a 255.255.255.255	Não utilizável.
A	10.0.0.0 a 10.255.255.255	Endereço de para utilização em redes privadas.
A	127.0.0.0 a 127.255.255.255	Não utilizável, loopback para testes de interfaces.
A	Demais endereços	Utilizáveis comercialmente.
B	172.16.0.0 a 172.16.255.255	Endereço de para utilização em redes privadas.
B	Demais endereços	Utilizáveis comercialmente.
C	192.168.0.0 a 192.168.255.255	Endereço de para utilização em redes privadas.
C	Demais Endereços	Utilizáveis comercialmente.

Fonte: [smetana \(acessado em 2019\)](#)

Sobre o IPv4 também é necessário comentar sobre o seu cabeçalho, no cabeçalho estão incluídos as informações que são necessárias para seu envio a rede.

Ver.	IHL	Tipo de Serviço	Comprimento do Pacote	
Identificação			Flag	Deslocamento de Fragmento
Tempo de Vida		Protocolo	Checksum do Cabeçalho	
Endereço de Origem				
Endereço de Destino				
Opções				Padding

Figura 3 – Cabeçalho do pacote IPv4.

Fonte: [Nunes \(2013\)](#)

O cabeçalho é dividido em uma parte obrigatória e uma que fica a encargo da aplicação, segue uma descrição resumida de cada campo do cabeçalho:

- Versão: Versão utilizada do protocolo IP;
- IHL: Tamanho do cabeçalho;
- Tipo de serviço: Campo associado a prioridade (QoS);

- Comprimento do pacote: Tamanho total do pacote;
- Identificação: Identifica o datagrama;
- Flag: Identificação de sinais de controle;
- Deslocamento de Fragmento: Número atribuído a cada pacote para facilitar a remontagem no destino final.
- Tempo de Vida: Número de nós máximos que o pacote pode passar até o destino;
- Protocolo: Indica protocolo da camada superior responsável pela mensagem.
- Checksum do Cabeçalho: Informações sobre erro de cabeçalho;
- Endereço de Origem: Endereço do remetente;
- Endereço de Destino: Endereço do destinatário;
- Opções: implementações opcionais;
- Padding: Preenchimento.

O Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry (LACNIC), órgão responsável pela distribuição de endereços IP na América Latina apresenta em sua página (<https://www.lacnic.net>), um mostrador com o número de endereços válidos, visitado no mês de Junho de 2019 o mesmo apresenta um total de 1.979.648. Com o esgotamento do endereçamento IPv4 medidas para de atualização foram tomadas. Em 1998 (RFC 2460) foi apresentada uma atualização, o IPv6.

2.1.3.2 ENDEREÇO IPV6

O IPv6 veio para solucionar necessidades apresentadas pelo IPv4. Diferente dos 32 bits do endereçamento passado o novo padrão apresenta 128 bits divididos em 8 grupos de 16 bits representados na forma hexadecimal (onde os números vão de 0 a F) Barreto (2015). Após

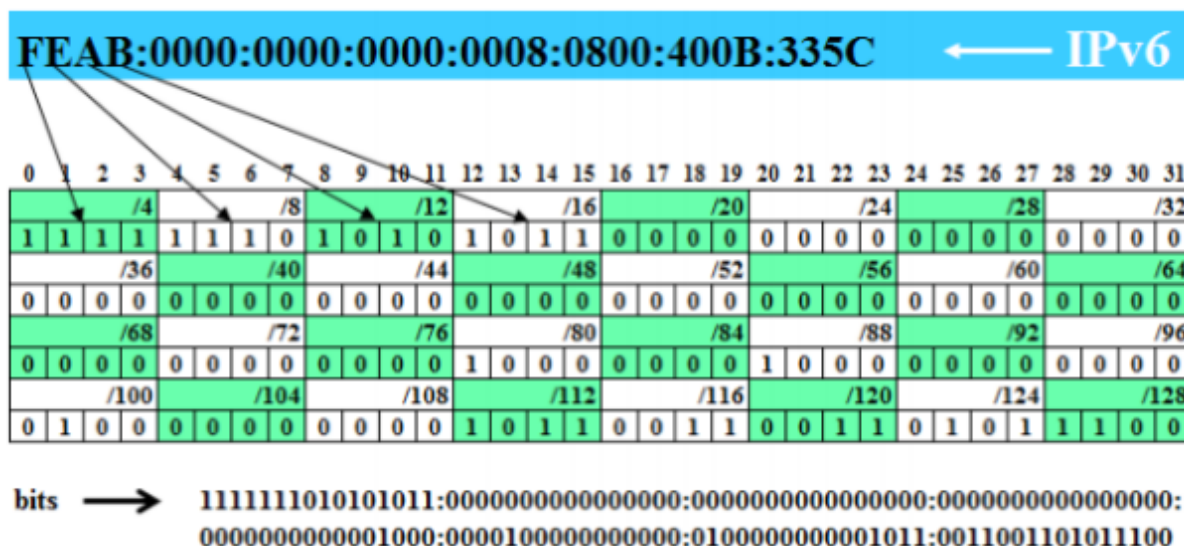


Figura 4 – Endereçamento IPv4 demonstrado em bits

Fonte: Barreto (2015)

algumas mudanças de segurança o cabeçalho se encontra com oito campos, tais mudanças também contribuíram para a implementação de Qualidade de Serviço (QoS) em redes IPv6 (Nunes, 2013).

Algumas informações do cabeçalho IPv4 foram retiradas ou realocadas durante a construção do IPv6, segue um pequeno resumo dos campos.

- Versão: versão do protocolo IP;
- Classe de Tráfego: Nível de prioridade;
- Identificação de Fluxo: Este campo faz o controle de fluxo de informação;
- Tamanho dos Dados: Tamanho total do datagrama;
- Próximo Cabeçalho: É utilizado para informar a presença de opções, chama-se de cabeçalhos de extensão;
- Limite de Saltos: Número de nós máximos que o pacote pode passar até o destino;
- Endereço IP Origem: Endereço do remetente.

Versão	Classe de Tráfego	Identificação de Fluxo	
Tamanho dos Dados		Próximo Cabeçalho	Limite de Saltos
Endereço IP de Origem			
Endereço IP de Destino			

Figura 5 – Cabeçalho do pacote IPv6 demonstrado em bits

Fonte: [Nunes \(2013\)](#)

Diferente do seu antecessor o IPv6 traz consigo uma quantidade maior de endereços válidos que podem ser utilizados cerca de 340 undecilhões de endereços, além disso algumas auto configurações que a rede IPv6 está programada a fazer facilitam a utilização do usuário onde aparelho adquirem as informações de rede de maneira independente ao administrador da rede [Barreto \(2015\)](#).

2.1.4 PADRÃO IEEE 802

2.1.4.1 PADRÃO IEEE 802.3

Em 1972, foi desenvolvido UM padrão de barramento, uma tecnologia que transmitia a uma taxa de 2,94 Mbps (Megabits por segundo). Mais tarde ficaria conhecida como Ethernet.

A grande popularização dessa tecnologia surgiu um importante questão, que uma instituição se responsabilizasse pelos padrões, normas e regulamentações do padrão. Essa atribuição foi dada a o Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). O Ethernet pode ser resumido como um padrão de execução de camada 1 e 2, que transmite a uma taxa de 10 Mbps, ele usa como endereçamento um número único associado a cada hardware do fabricante chamado MAC (Media Access Control) [Dias e Junior \(2002\)](#).

Também se faz necessário a explicação dos tipos de modo de acesso, ele pode se apresentar de 3 maneiras o Simplex onde apenas um dos lados transmite informações durante todo o período. Half-duplex onde apenas um lado transmite enquanto o outro lado apenas recebe. E Full-duplex onde os dois lados da comunicação podem transmitir e receber ao mesmo tempo [Dias e Junior \(2002\)](#).

2.1.4.2 PADRÃO IEEE 802.3u

Não foram grandes as mudanças desse padrão para a anterior, o modelo de endereçamento e cabeçalhos ainda se mantiveram os mesmos, o modo de acesso Simplex foi retirado, a maior mudança foi a taxa de transmissão que foi alterada para 100 Mbps [Dias e Junior \(2002\)](#). Havia uma preocupação com dispositivos que trabalhavam em diferentes taxas de transmissão, a solução vista foi a utilização de switches, nos quais oferece suporte para essa diferenças e facilita a agregação de novos elementos a rede [Tanenbaum e Wetherall \(2011\)](#).

2.1.4.3 PADRÃO IEEE 802.3ab

O padrão Gigabit Ethernet trouxe com ele grande avanços para a redes, além da taxa de transmissão de 1 Gbps (Gigabit por segundo), apresenta também retroatividade com os padrões antigos. Na sua composição mantém controle de erro, retransmissão e suporte ao Half-duplex e Full-duplex. Segundo [Dias e Junior \(2002\)](#), comenta sobre o padrão 10 gigabit ethernet, que com os avanços da fibra óptica, tem ganhado seu lugar em redes de alcance metropolitano, o 10 gigabit trabalha unicamente com Full-duplex e unicamente transmitido por fibra óptica.

2.2 INFRAESTRUTURA LÓGICA DE REDES DE COMPUTADORES

2.2.1 DHCP

O Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) é responsável por configuração estática ou dinâmica de elementos da rede. Na configuração estática o servidor DHCP mantém um banco de informações onde associa endereços físicos a endereços de rede (IP). Na configuração dinâmica o cliente que necessita de um endereço e o mesmo é solicitado ao servidor, além da tabela de associação igual a configuração estática o servidor mantém um banco com os endereços disponíveis que são negociados por uma certa quantidade de tempo [Forouzan e](#)

a facilidade de adicionar ou excluir redes, assim atendendo diferentes exigências do usuário. O controle de recursos também está associado a virtualização, podendo decidir os mesmo parâmetros da divisão física, como, tempo de atraso e largura de banda, esses elementos podem ser configurados exclusivamente para cada elemento de rede atendendo suas necessidades. Como podemos configurar recursos específicas para as redes virtualizadas podemos ao mesmo tempo monitorar ocorrências de modo a facilitar correção de erros [Fernandes e Duarte \(2011\)](#).

2.2.4 ETHERCHANNEL

Segundo [Conlan \(2009\)](#), Etherchannel é uma agregação de links em uma única interface com a intenção de aumentar a capacidade de transmissão. Etherchannel tem a função de evitar gargalos (bottleneck) no enlace, redes onde a transmissão de informações é muito alta e ultrapassa a largura de banda, ocasionando lentidão e perda de pacotes.

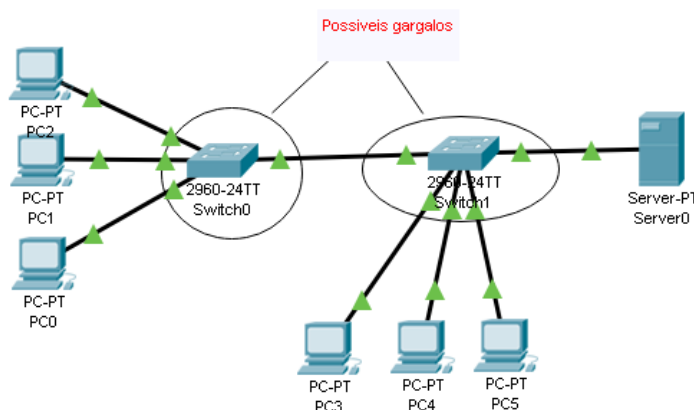


Figura 7 – Possíveis gargalos de rede.

Fonte: Autoria Própria

Etherchannel resolve esse problema associando um ou mais enlace, criando um enlace lógico que utiliza a somatória de todas as capacidades agregadas, evitando problemas com o tamanho de banda [Conlan \(2009\)](#). Além de trazer redundância a rede, caso ocorra a queda de um dos enlace rapidamente o tráfego é transferido para os outros, evitando impacto no usuário.

2.2.5 NAT

Network Address Translation (NAT) é uma tecnologia capaz de mapear endereços privados e utilizáveis. Ela permite que um local possa utilizar um conjunto de endereços privados e ao mesmo tempo endereços válidos de rede.

A rede interna é invisível a Internet, que só consegue enxergar o endereço 200.24.5.8. NAT serve como um tradutor para as duas redes, quando um pacote da rede interna é direcionado a Internet, o NAT substitui no seu cabeçalho o endereço de origem privado pelo seu próprio que é válido, quando o pacote retorna da Internet tem como destino a o endereço

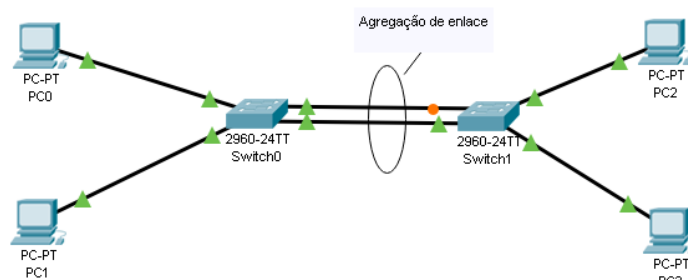


Figura 8 – Simulação de agregação de enlaces.

Fonte: Autoria Própria



Figura 9 – Exemplo de rede contendo NAT.

Fonte: [Forouzan e Fegan \(2009\)](#)

do NAT, que por sua vez mantém uma tabela com as trocas realizadas. Assim realizando o encaminhamento ao destino original da conexão [Forouzan e Fegan \(2009\)](#). Em uma forma mais simplificada essa tabela de tradução contém duas colunas de informações, uma onde se mantém o endereço de origem na rede privada e outra onde o endereço de destino do pacote. Assim quando o pacote parte para a Internet tem seu endereço substituído, e quando retorna com o endereço de origem armazenado na segunda coluna, o NAT consegue encaminhar para o host correto [Forouzan e Fegan \(2009\)](#).

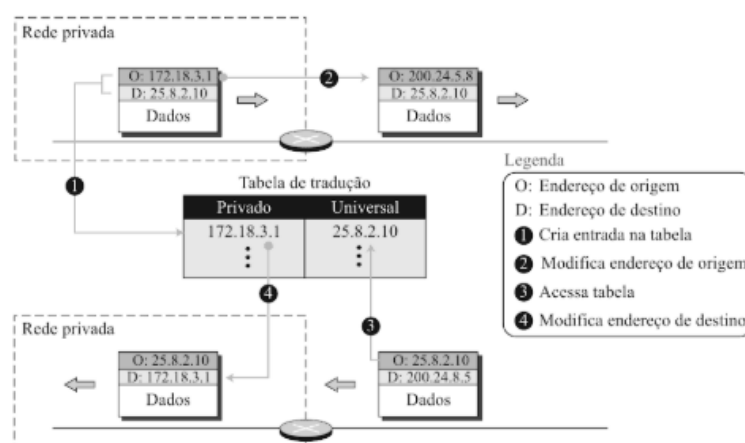


Figura 10 – Exemplo de tabela de tradução.

Fonte: [Forouzan e Fegan \(2009\)](#)

2.3 INFRAESTRUTURA FÍSICA DE REDES DE COMPUTADORES

Segundo [ALVES e MATOS \(2016\)](#) redes de computadores podem ser formadas por alguns desses elementos.

2.3.1 HUB

HUB interliga diferentes componentes da rede. Ele funciona como um distribuidor sem controle, onde os pacotes são distribuídos a todos os elementos conectados a ele. Essa distribuição é nomeada como Broadcast.

2.3.2 SWITCHES

2.3.2.1 DIVISÃO BASEADA NO GERENCIAMENTO

Segundo [ALVES e MATOS \(2016\)](#) pode-se dividir switches em dois tipo baseados no gerenciamento:

- **Não-Gerenciáveis:** Switches não-gerenciáveis tem similaridades ao HUB, o que os diferem é que o switches conseguem manter tabelas com direcionamentos de pacotes, evitando que o mesmo sejam distribuídos para as demais portas. Além de não terem suporte para configurações lógicas, como divisão de redes por VLAN's.
- **Gerenciáveis:** Switches gerenciáveis apresentam suporte a divisão virtual de redes, e outras de tecnologias de configuração lógica.

2.3.2.2 DIVISÃO BASEADA NA CAMADA DE ATUAÇÃO

- **Switches camada 2:** switches que atuam na camada 2 (enlace), trabalham com quadros que passam por eles para determinar por qual porte o quadro será enviado [CROCETTI \(2012\)](#).
- **Switches camada 3:** switches que atuam na camada 3 (rede) realizam os encaminhamentos a partir da análise dos datagramas que passam por eles.

2.3.3 ROTEADORES

Roteadores são elementos de camada 3, pois são capazes de rotear protocolos de redes distintas fisicamente, caso a necessidade de enviar pacotes a redes de outros países, cabe ao roteador garantir essa entrega. [FRANCO \(2012\)](#). Parte importante dos roteadores é sua tabela de roteamento, através delas se evita o descarte de pacotes que não pertençam a nenhuma rede ligadas diretamente ao roteador [CROCETTI \(2012\)](#).

2.3.4 TELEFONES IP

Telefones IP são equipamentos conectados a rede local, que se comunicam com outros equipamentos de telefonia IP ou PSTN a partir de pacotes VoIP [CROCETTI \(2012\)](#).

2.4 Redes Hierárquicas

Para implementação dos requisitos propostos nesse trabalho necessita do entendimento dos conceitos de redes hierárquicas. Segundo [HUCABY \(2014\)](#), redes hierárquicas são compostas de três camadas, redundância entre seus elos, escalabilidade e disponibilidade. Essa divisão facilita aplicação de regras, segurança e qualidade de serviço na rede.

2.4.1 CAMADAS DA REDE HIERÁRQUICA

- **CAMADA DE ACESSO (Access Layer):** essa camada é composta por elementos de nível de acesso (telefones IP, Computadores, servidores em geral, celulares). A partir dela o usuário tem acesso aos serviços disponíveis na rede. Geralmente implementada com switches de camada 2;
- **CAMADA DE DISTRIBUIÇÃO (Distribution Layer):** formada por switches de camada 3, essa é a camada responsável pela interligação entre as várias camadas de acesso implementadas. Nela são realizadas as configurações de divisão de redes [ALVES e MATOS \(2016\)](#);

- **CAMADA DE NÚCLEO (Core Layer):** formada por switches camada 3 e Roteadores. Essa é a camada mais sensível a falhas, a camada de núcleo e responsável pela comunicação com redes externas, sua queda resulta na indisponibilidade geral da rede.

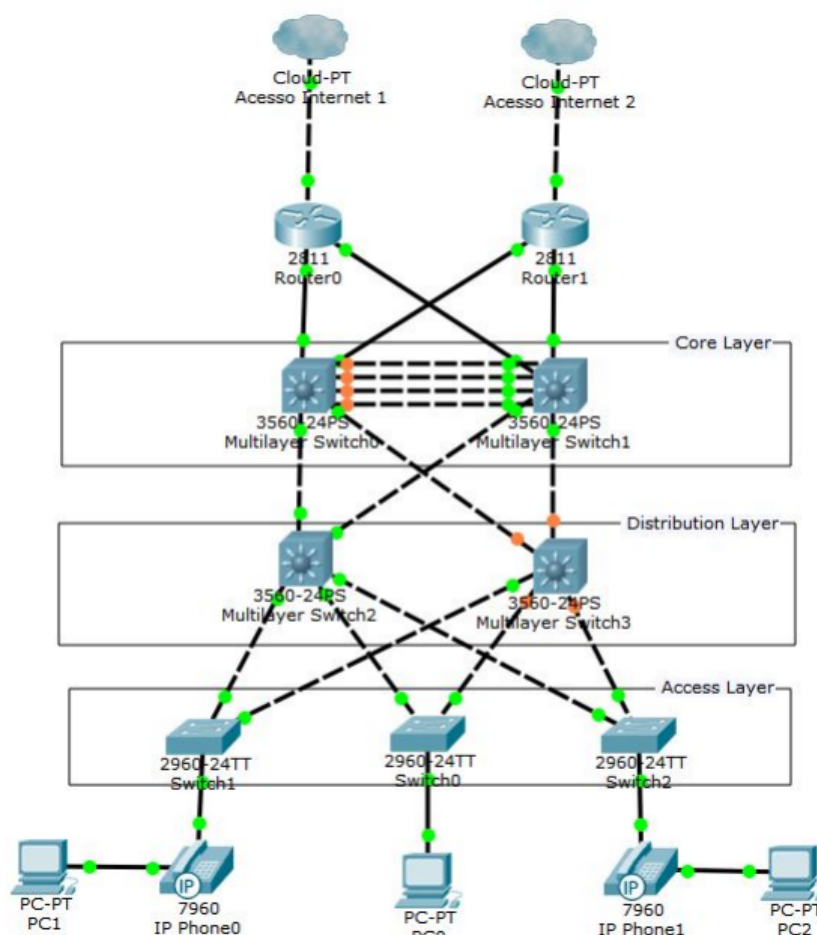


Figura 11 – Uma topologia de uma rede hierárquica de três camadas.

Fonte: [ALVES e MATOS \(2016\)](#)

2.5 Quality of Service

QoS pode ser definido como uma junção de parâmetros que precisam ser garantidos numa transmissão. Parâmetros como, taxa de erros, tamanho de banda, atraso, perda de pacotes entre outros. Numa conexão com QoS a rede se compromete a garantir esses parâmetros durante toda a conexão [Fonseca e Hümmelgen \(2000\)](#).

Transmissão de dados multimídia consomem uma quantidade de banda alta, assim precisam receber um tratamento especial da rede. Em redes locais pode-se configurar QoS em cada equipamento, assim atendendo as necessidades que podem ser diferentes a cada pedaço da rede. No switch Cisco, modelo 2960, switch de camada 2, nele pode-se indicar que uma porta tem tráfego de voz, assim ele aumenta prioridade daquela porta. Por padrão esses tipo de

switch vem configurado para trabalhar em melhor esforço, isso significa que todas as conexões tentam utilizar a maior quantidade de banda possível [ALVES e MATOS \(2016\)](#).

Segundo [Phonphoem e Jansang \(2001\)](#) baseado nos parâmetros aplicados do QoS podemos dividir o tráfego de dados em 2 categorias gerais:

- **Tráfego de Tempo Real:** dados que necessitam de tráfego em tempo real, precisam que todos os dados enviados pelo emissor cheguem ao destinatário sem perda ou atraso dos dados durante o trajeto.
- **Tráfego de Tempo não Real:** diferente do anterior dados que transitam em tráfego de tempo não real podem sofrer atrasos. E costumam não estar ligados a tráfegos de multimídias.

Segundo [Matties e Moraes \(2008\)](#), podemos elencar alguns tipo diferentes de QoS e suas diferenças:

- **IntServ:** serviço integrado é baseado em fluxo. Auxiliado pelo protocolo Resource Reservation Protocol (RSVP), ele passa pelos roteadores de um determinada rota, reservando recursos e tempo de conexão para o tráfego que irá acontecer.
- **DiffServ:** o serviço diferenciado, utiliza o campo ToS do cabeçalho IPv4 para determinar a prioridade do pacote. Essa análise acontece por elementos intermediários.
- **Multi-Layer Protocol Label Switching (MPLS):** Redes MPLS juntam as características dos métodos IntServ e DiffServ, adicionando um roteamento baseado em rótulos no cabeçalho dos pacotes.

2.6 VoIP

Em meados dos anos 2000, o tráfego de dados já era superior ao de voz, isso chamou atenção das operadoras de redes de dados, que poderiam começar a ofertar pacotes de telefonia IP sem precisar alterar nenhum hardware [Tanenbaum e Wetherall \(2011\)](#).

2.6.1 TELEFONIA ANALÓGICA

Esse tipo de telefonia baseia-se na transmissão da voz humana a partir de sinais elétricos sobre uma meio físico, geralmente cabos metálicos, onde tais sinais são modulados pela intensidade e frequência da voz humana [BARROS \(2013\)](#).

2.6.2 TELEFONIA DIGITAL

Na telefonia digital a voz humana é convertida em sinais binários, que podem ser transmitidos por cabos coaxial, para isso necessitam um par de cabos, um responsável pela transmissão e ou responsável pela recepção dos sinais. A Telefonia digital traz algumas

vantagens a comunicação direta com computadores, que se comunicação através de sinais binários, aumento na taxa de envio de sinais e diminuição de interferências e ruídos gerados pelo ambiente [BARROS \(2013\)](#).

2.6.3 TELEFONIA VoIP

A telefonia VoIP transmite a voz humana por meio da rede de dados. O problema encontrado é como garantir que uma quantidade alta de pacotes seja entregue sem perdas e em ordem de envio. Para que a essência da Voz sobre IP não seja perdida, o QoS é indispensável em redes que desejam aplicar esse tipo de telefonia [BARROS \(2013\)](#).

2.6.4 QoS E VoIP

Para que o VoIP seja mais eficiente que a telefonia PSTN, é preciso garantir que a transmissão de pacotes se mantenha em tempo real, qualquer atraso na entrega de pacotes traz impactos para telefonia VoIP. Para evitar essa perda de qualidade precisa-se garantir a banda suficiente para essa transmissão [ALVES e MATOS \(2016\)](#).

O Qos traz uma solução para esse problema, gerenciando o tamanho de banda para cada tipo de transmissão, dando preferência para pacotes com prioridades maior importância que outros pacotes mais comuns [SITOLINO \(2001\)](#).

2.7 ESTADO DA ARTE

Uma pesquisa nas bases de dado Ebesco e Scielo, utilizando descritores relacionada ao tema do trabalho, Aplicação de Qualidade de Serviço QoS em redes de telefonia IP (VoIP), foi realizada no período de 2014 a 2019.

Na base de dados Ebesco usando como descritor o conceito "VoIP", no mês de junho, a base retornou a quantidade de 10,665 trabalhos, alterando a para documentos para os últimos cinco anos o número de artigos reduziu para 464 trabalhos, Utilizando a o filtro por textos completos a quantidade mudou para 218 trabalhos, onde após a verificação 4 trabalhos estavam relacionados diretamente com o tema dessa proposta.

Na base de dados Scielo usando os mesmos métodos da base anterior foi encontrado as seguintes quantidades de trabalhos, 29 trabalhos para o descritor "VoIP", 12 trabalhos realizados nos últimos cinco anos, 12 trabalhos para textos completos e 2 trabalhos relacionados diretamente com o assunto da proposta.

Também foi realizado uma pesquisa no *Google* por revistas científicas na área do trabalho. Na revista *Journal of the Brazilian Computer Society* foram encontrados 3 trabalhos relacionados. Na revista *Revista de Sistema e Computação – RSC* foi encontrado um artigo relacionado.

Dos artigos separados durante a pesquisa foram separados 3 para explicação.

2.7.1 PESQUISAS NA ÁREA

Os pesquisadores [Luca e Popescu \(2016.\)](#) realizaram uma pesquisa sobre aplicação de Qualidade de Serviço na transmissão de pacotes de dados e voz em redes de longa distância, Wide Área Network (WAN), e o impacto que a falta de QoS traz para estas transmissões.

O trabalho aborda a implementação de uma rede de longa distância e tenta garantir a entrega prioritária de aplicações em tempo real, sem aplicação de Qualidade de Serviço, utilizando algoritmos que simulam filas de prioridade.

Utilizando geradores de tráfego de pacotes VoIP e utilizando FTP para gerar tráfego de pacotes convencionais, A pesquisa simula um congestionamento de pacotes em uma determinada parte da infraestrutura, com softwares de captura realizou a captação de dados para gerar os resultados.

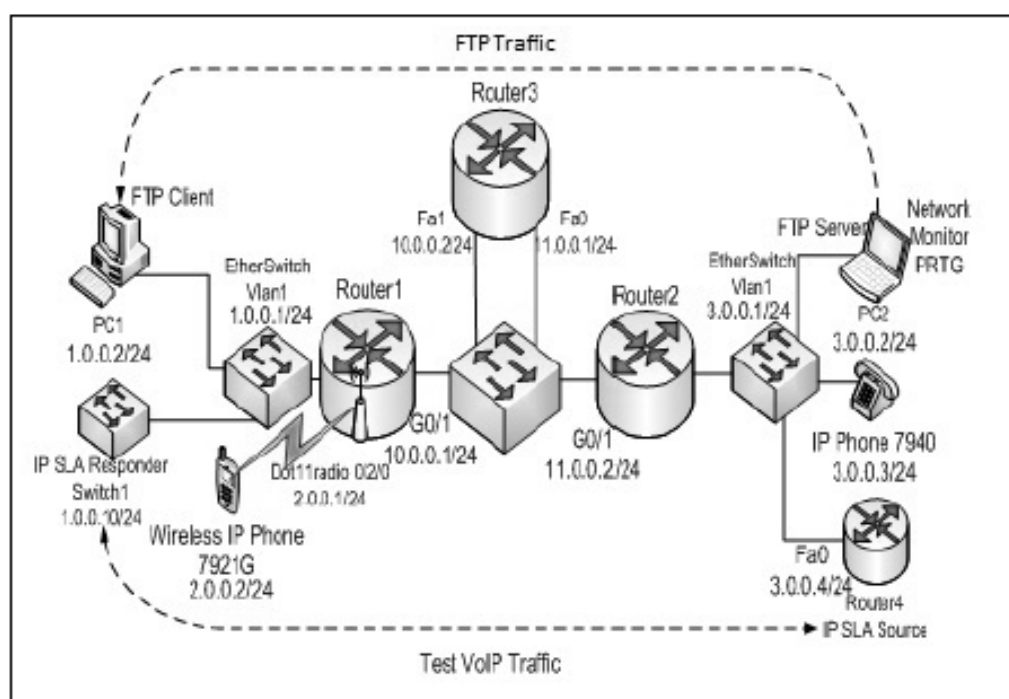


Figura 12 – Infraestrutura utilizada para testes.

Fonte: [Luca e Popescu \(2016.\)](#)

Como resultado obteve que a aplicação de Qualidade de serviço é essencial para transmissão de pacotes de aplicações em tempo real, mas que alguns algoritmos que simulam uma fila prioritária conseguem conter alguns aspectos do qualidade.

Os pesquisadores [Paiva André Bahia e Abel \(2011\)](#) em seu artigo trouxeram uma proposta de prover qualidade de serviço de maneira dinâmica em uma rede Wireless.

O trabalho apresenta uma solução para o problema de garantir qualidade de serviço quando o usuário pode transitar entre diferentes pontos de acesso. A partir de um algoritmo que transfere os recursos de qualidade de serviço de um ponto de acesso para outro.

Para adquirir as informações necessárias o existe um controlador que guardas as informações dos usuários e quando o mesmo transita entre pontos de acesso, na sua nova solicitação de DHCP o controlador faz uma pesquisa e relaciona o usuário aos dados que já estavam guardados, assim já reservando os recursos necessários para a nova conexão.

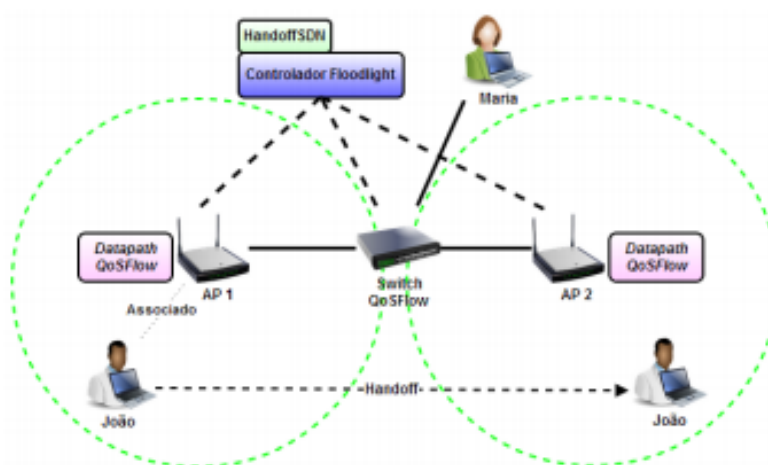


Figura 13 – Cenário de Transição.

Fonte: [Paiva André Bahia e Abel \(2011\)](#)

na figura 14 mostra um pedaço do algoritmo implementado na rede.

Algoritmo 1 : Gerenciamento de QoS em Redes sem Fio Definidas por *Software*

```

1: função HANDOFFSDN()
2:  Identifica Mensagem DHCPREQUEST
3:  Verifica Endereço MAC do Cliente
4:    se Há Recurso Disponível na Rede então
5:      se MAC Não Existe na Base de Dados então // Novo Cliente
6:        Cadastra MAC na Base de Dados
7:        Aloca Recurso Definida na Política de QoS da Base de Dados
8:        Salva Identificação do AP Associado ao Cliente
9:      senão // Possibilidade de Ocorrência de Handoff
10:       Identifica AP Associado Atualmente ao Cliente
11:       se AP Atual Associado ao Cliente  $\neq$  Último AP Associado então
12:         Identifica Política de QoS Atribuída ao Cliente na Base de Dados
13:         Aloca Recurso da Política de QoS Identificada no Novo AP
14:         Atualiza Identificação do AP Associado na Base de Dados
15:         Desaloca QoS do AP Antigo
16:       senão // Cliente se Associa no Mesmo AP
17:         Permanece Mesma Política de QoS Identificada no Mesmo AP
18:       fim se
19:     fim se
20:   senão
21:     Nega Serviço
22:   fim se
23: fim função

```

Figura 14 – Algoritmo de gerenciamento

Fonte: [Paiva André Bahia e Abel \(2011\)](#)

Em sua conclusão os pesquisadores salientam que o algoritmo ainda está em desenvolvimento e que em trabalhos futuros se deseja a implementação de um método de previsão de trânsito do cliente. Assim quando o cliente apresenta características de que vai transitar entre pontos de acesso o controlador já prepara a rede antes da nova solicitação DHCP.

3 METODOLOGIA

Nesta seção será apresentada a metodologia a ser adotada para a execução deste trabalho, serão apresentadas as diferentes etapas para execução do projeto e as abordagens a serem realizadas para coletar os dados necessários para a obtenção de resultados.

O ambiente de desenvolvimento do projeto será o Laboratório de Redes de Computadores (LabRedes) pertencente ao Departamento Acadêmico de Informática (DAINF) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

A primeira fase trata-se de realizar o planejamento lógico e físico da rede local hierárquica a ser implementada, abordando as práticas de estruturação, implantação da topologia de telefonia IP utilizando recursos de Quality of Service e medidas de segurança de rede.

A segunda fase consiste em implementar a topologia planejada durante a primeira fase em equipamentos reais para a representação de um contexto real e reduzido de rede local.

E por fim a realização de teste para averiguar aspectos específicos da topologia executada, como stress, estabilidade e disponibilidade (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA,).

3.1 PLANEJAMENTO

Para o planejamento da rede local hierárquica será levada em consideração as limitações do ambiente de desenvolvimento. A escala de implementação será de abrangência reduzida.

Será realizado a divisão dos equipamentos baseados na divisão de rede locais hierárquicas apresentada, contemplando as 3 camadas.

Realizar a implementação de uma estrutura VoIP, contendo os elementos servidor VoIP e telefones IP.

Aplicar os parâmetros de qualidade de serviço (QoS) na rede implementada para que sirva de suporte aos serviços de voz sobre IP (VoIP).

3.2 IMPLEMENTAÇÃO

Na implementação as configurações utilizadas no planejamento serão aplicadas nos equipamentos do laboratório. Após a implementação, testes serão realizados, em parâmetros importantes em uma Rede, como desempenho e disponibilidade.

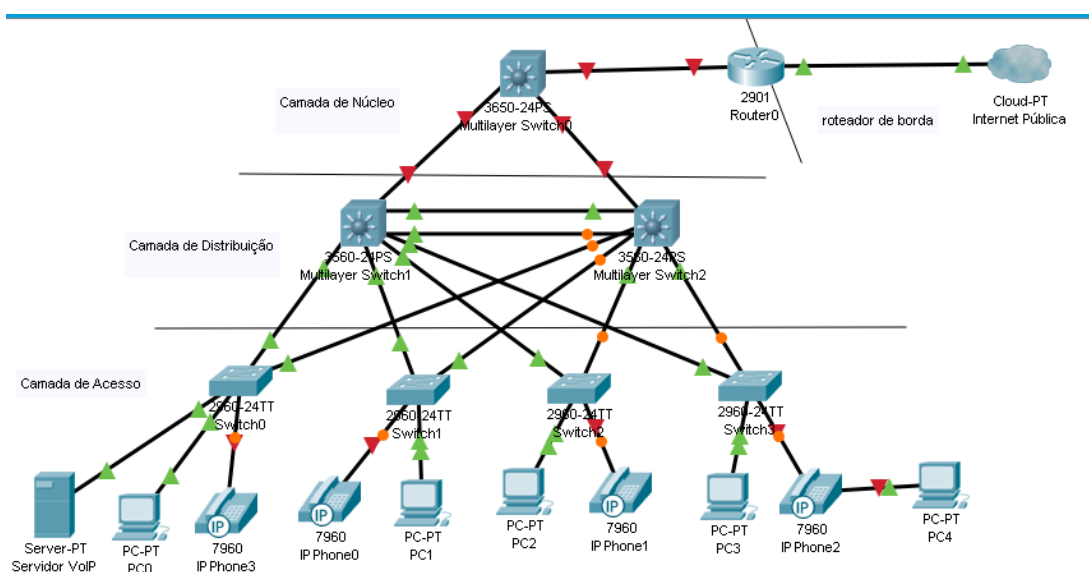


Figura 15 – Topologia proposta.

Fonte: Autoria Própria

3.3 TESTE

3.3.1 TESTES DE STRESS

Testes de stress tem como funcionalidade obter dados sobre como uma rede reage em momentos há tráfego intenso de dados. Testes como esses podem reproduzir tanto como altas taxas de utilização da rede como representar ataques de que geram artificialmente uma grande quantidade de tráfego na rede.

Testes de stress serão executados a partir dos computadores que pertencem a topologia, e tem como funcionalidade de testar as configurações implementadas na topologia final.

3.3.2 TESTES DE DISPONIBILIDADE

Testes de disponibilidade avaliam se a rede o funcionamento da rede em condições em que há problemas com o hardware. Esse teste avaliará a redundância de equipamentos durante a simulação de falhas do hardware ou falha humana.

Os testes serão realizados a partir da retirada de diferentes elementos da rede.

3.3.3 TESTES DE SEGURANÇA

Testes de segurança visam detectar problemas deixados durante a implantação de um projeto de rede. Esses testes tentam replicar ataques gerados em situações de brechas deixadas por usuários ou administradores de redes.

Os teste serão realizados a partir de scripts disponíveis para uso grátis.

3.3.4 AVALIAÇÃO DOS DADOS

Após a realização dos testes, será feita uma análise em cima dos dados obtidos durante a realização dos testes e expor os resultados obtidos pelo projeto.

4 RECURSOS DE HARDWARE, SOFTWARE E VIABILIDADE

Nesta seção serão apresentados os recursos de hardware e software e também a viabilidade do projeto apresentado.

4.1 RECURSOS DE HARDWARE

Para implementação da topologia proposta serão necessários os seguintes equipamentos:

- Switches gerenciáveis camada 2 Cisco Catalyst 2960;
- Switches gerenciáveis camada 3 2948 L3;
- Roteador Cisco 1841;
- Telefones VoIP;
- Computadores;

4.2 RECURSOS DE SOFTWARE

Para a implementação do serviço de VoIP foi necessário acesso ao sistema operacional dos equipamentos da Cisco descritos anteriormente, para a realização dos testes serão utilizadas ferramentas open-source disponíveis.

Ferramentas utilizadas para a realização do trabalho são:

- **Wireshark:** Software para a análise de pacotes em uma rede cabeada;
- **Macof:** Script utilizado para alterar o Mac Address de uma máquina de maneira rápida e aleatória;
- **Cisco Packet Tracer:** Software utilizado para simular implementações de redes;
- **Scripts:** Programas que simulam uma sequência de comandos durante a execução.

4.3 VIABILIDADE

Os recursos de software utilizados em sua maioria são de distribuição gratuita, os softwares que são de propriedade da Cisco podem ser utilizados diretamente pelos equipamentos. Os hardwares citados todos estão presentes no laboratório de redes, não havendo a necessidade da aquisição de novos equipamentos para a realização da proposta. Esses fatos tornam o projeto viável economicamente para a realização.

5 CRONOGRAMA

De acordo com a viabilidade de execução do trabalho, o desenvolvimento das partes seguirá o cronograma preliminar proposto na figura a seguir.

	2019					2019				
	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Definição do tema										
Introdução e Objetivos										
Referencial teórico e Estado da arte										
Metodologia										
Conograma										
Banca da Proposta										
Revisão de texto										
Planejamento										
Implantação										
Testes										
Análise dos dados										
Revisão dos resultados										

Figura 16 – Cronograma para realização do trabalho

Fonte: Autoria Própria

6 CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento dessa proposta, visa mostrar uma solução para garantir a Qualidade de Serviço em rede que apresentam telefonia IP.

Uma parte das redes de computadores não é planejada de maneira correta. Essas redes não estão preparadas para futuras expansões, adição de novas tecnologias e resolução de problemas que afetam qualidade do serviço prestado. Existem redes que apresentam serviços que necessitam de qualidade a todo momento um deles é a telefonia IP, sem garantias um serviço de telefonia não consegue agir de maneira correta oferecendo um serviço de má qualidade aos seus usuários. A implementação de uma rede hierárquica com aplicação de Qualidade de Serviço e segurança é umas das soluções que pode ser aplicada para evitar esse tipo de obstáculo, em redes com esse tipo de serviço.

Foi abordada a necessidade de garantir qualidade em redes que apresentam telefonia VoIP. Esse trabalho mostra uma resposta para esse problema utilizando um infraestrutura de rede hierárquica que provém qualidade de serviço e segurança, para servir de suporte a telefonia VoIP.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Para próximas etapas para evolução desse trabalho, pode-se pensar utilizar outros equipamentos e protocolos de rede para resolver o problema proposto. Pensar em uma nova disposição dos dispositivos e configurações ou novos protocolos podem trazer uma nova visão sobre o problema e até soluções que não foram abordadas por esse trabalho .

A aplicação desses recursos também pode ser pensada em outros meios de transporte de dados, garantir a qualidade de serviço em redes de longa distância ou em redes wireless são pontos que podem ser explorados em futuras pesquisas, utilizando como base o conhecimento obtido a partir desse projeto.

Pode-se pensar em qualidade de serviço em outros tipos de serviço como multimídia, serviços de streaming, ou em comunicação via videochamada que são áreas que necessitam da qualidade da rede para seu total funcionamento.

Em uma ultima sugestão, pode se pensar na resolução do problema pelo meio do software. Pensar em um algoritmo que redistribua a qualidade de serviço na rede cada vez que ela sofre alguma mudança de tráfego de informações. Pensar em realocar recursos dinamicamente pode trazer a rede uma versatilidade para que resolva problemas com prestação do serviço.

Referências

- ABBATE, J. **Transforming computer technology: information processing for the Pentagon, 1962-1986**. Cambridge, MA: MIT Press, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.
- ALVES, R. D. C.; MATOS, T. S. D. **Planejamento de uma infraestrutura de rede hierárquica utilizando boas práticas de implementação**. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA, 2016. Citado 5 vezes nas páginas 15, 16, 17, 18 e 19.
- BARBOSA, G. F. **IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE REDE USANDO O MODELO HIERÁRQUICO**. 2012. 40 f. Dissertação (especialista em Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Redes) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA, Curitiba, 2012. Citado na página 1.
- BARRETO, J. dos S. **Um Modelo de Migração de Ambiente IPv4 para IPv6 em uma Rede Acadêmica Heterogênea**. Março 2015. 145 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Computação Aplicada) — Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 7, 9 e 10.
- BARROS, D. B. D. **ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROTOCOLOS DE SINALIZAÇÃO UTILIZADOS EM TELEFONIA CORPORATIVA NO ASTERISK**. 2013. 86 f. Dissertação (Especialista em Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Redes) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA, Curitiba, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- BRAGA, J. R. Como a convergência de protocolos reduz o custo e facilita o gerenciamento da infraestrutura do datacenter. p. 21, 2017. Citado na página 5.
- CALLADO GABRIEL FERNANDES, A. S. R. B. D. S. A.; KELNER., J. Construção de redes de voz sobre ip. **Minicursos: 25º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, p. 49, 2007. Citado na página 5.
- CARVALHO, M. S. R. M. de. **A trajetória da Internet no Brasil: do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de governança**. Setembro 2006. 239 f. Dissertação (Mestre em ciências de engenharia de sistemas e computação) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.
- CHAVES, M. H. P. C. **ANÁLISE DE ESTADO DE TRÁFEGO DE REDES TCP/IP PARA APLICAÇÃO EM DETECÇÃO DE INTRUSÃO**. Setembro 2002. 174 f. Dissertação (Mestre em computação aplicada) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002. Citado na página 6.
- CONLAN, P. J. **Cisco Network Professional's Advanced Internetworking Guide (CCNP Certification Guide)**. [S.l.]: Wiley India Pvt Ltd, 2009. Citado na página 13.
- CROCETTI, H. L. **O IMPACTO DO QOS NAS COMUNICAÇÕES VOIP**. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 1 e 16.
- DIAS, B. Z.; JUNIOR, N. A. Evolução do padrão ethernet. p. 15, 2002. Citado na página 11.

- EDWARDS, P. N. **the closed world**. Cambridge, MA: MIT Press, 1996. Citado na página 4.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Consumo anual de energia elétrica por classe (nacional) - 1995-2018**. Disponível em: <<http://epe.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2019. Citado na página 23.
- FERNANDES, N. C.; DUARTE, O. C. M. B. Provendo isolamento e qualidade de serviço em redes virtuais. **XXIX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, v. 1, p. 14, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.
- FONSECA, K. V.; HÜMMELGEN, M. L. Redes tcp/ip integradas e a garantia de qualidade de serviço em aplicações multimídia. v. 1, p. 12, 2000. Citado na página 17.
- FOROUZAN, B. A.; FEGAN, S. C. **Protocolo Tcp/ip - 3ª Ed.** [S.l.]: AMGH Editora, 2009. Citado 4 vezes nas páginas 6, 12, 14 e 15.
- FRANCO, F. M. M. **PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DE REDE LOCAL HIERÁRQUICA NO CAMPUS PONTA GROSSA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**. 2012. 70 f. Dissertação (Especialista em Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de Redes) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2012. Citado na página 16.
- HAFNER, K.; LYON, M. **Where Wizards Stay Up Late: The Origins of the Internet**. [S.l.]: Simon Schuster, 1996. Citado na página 5.
- HUCABY, D. **CCNP Routing and Switching SWITCH 300-115 Official Cert. Guide**. [S.l.]: Cisco Press, 2014. Citado na página 16.
- KUROSE, J.; ROSS, K. **Redes de Computadores e a Internet - Uma abordagem top-down**. [S.l.]: Editora Pearson, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 7.
- LICKLIDER, J. C. R. Man-computer symbiosis. **IRE Transactions on Human Factors in Electronics**, HFE-1, p. 4–11, 1960. Citado na página 4.
- LUCA, P. C. R.; POPESCU, F. Influence of the qos measures for voip traffic in a congested network. **INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS COMMUNICATIONS CONTROL**, v. 1, p. 10, 2016. Citado na página 20.
- MATTIES, A. S.; MORAES, A. Qos em roteadores cisco. v. 1, p. 10, 2008. Citado na página 18.
- NORBERG ARTHUR L., O. J. **Transforming computer technology: information processing for the Pentagon, 1962-1986**. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1996. Citado na página 4.
- NUNES, S. E. **Análise de impacto na transição entre os protocolos de comunicação IPv4 e IPv6**. Agosto 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) — Universidade Estadual de Campinas, Limeira, SP, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 10.
- PAIVA ANDRÉ BAHIA, A. N. I. B. A. P. F. N. F. R. B.; ABEL, A. J. G. Gerenciamento de recursos no processo de handoff em redes sem fio definidas por software. **IV Workshop de Pesquisa Experimental da Internet do Futuro**, HFE-1, p. 1–6, 2011. Citado 3 vezes nas páginas 20, 21 e 22.

PASSITO, A. Análise de desempenho de tráfego voip utilizando o protocolo ip security. **I Workshop de Ciência da Computação e Sistemas de Informação da Região Sul (WORKCOMP SUL)**., v. 1, p. 1–10, 2004. Citado na página [1](#).

PHONPHOEM, A.; JANSANG, A. A simple network management architecture for supporting network administrator and qos requirements. **15th international conference on Computer communication**, v. 1, p. 10, 2001. Citado na página [18](#).

SITOLINO, C. L. **VoIP: UM estudo experimental**. 2001. 74 f. Dissertação (MESTRE EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO) — UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA, PORTO ALEGRE, 2001. Citado na página [19](#).

SMETANA george marcel m. a. Ipv4 e ipv6. v. 1, p. 20, acessado em 2019. Citado na página [8](#).

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. **Redes de Computadores**. [S.l.]: Pearson Universidades, 2011. Citado 3 vezes nas páginas [6](#), [11](#) e [18](#).