UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
FACOMP – FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

IVONE CLEA ALVES DA SILVA

OTIMIZAÇÃO DE TRÁFEGO DE REDE DE COMPUTADORES DE UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE COM O USO DO SPANNING-TREE PROTOCOL

Castanhal-PA
2022

IVONE CLEA ALVES DA SILVA

OTIMIZAÇÃO DE TRAFEGO DE REDE DE COMPUTADORES DE UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE COM O USO DO SPANNING-TREE PROTOCOL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao colegiado da Faculdade de Computação da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Dr. José Jailton Henrique Ferreira Júnior

Castanhal-PA
2022

IVONE CLÉA ALVES DA SILVA

OTIMIZAÇÃO DE TRAFEGO DE REDE DE COMPUTADORES DE UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE COM O USO DO SPANNING-TREE PROTOCOL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado da Faculdade de Computação (FACOMP) da Universidade Federal do Pará do campus de Castanhal, como requisito parcial para a obtenção do Grau de bacharel em Engenharia da Computação.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Jailton Henrique Ferreira Júnior
Orientador-UFPA/FACOMP

Prof. Me. Juan Ferreira Vidal
Membro da Banca – UFPA/PPGEE

Prof. Dr. Tássio Carvalho
Orientador-UFPA/FACOMP

Prof. Dr. Igor Ruiz Gomes
Orientador-UFPA/FACOMP

Aprovado em:
Conceito:

CASTANHAL
2022

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso a Deus porque a ele devo toda honra e toda Glória aos meus pais e meus irmãos que nunca mediram esforço para me ajudar nos meus estudos e ao meu esposo por sempre está ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me mostrar que a vontade Dele é melhor que a minha e por colocar pessoas honestas, competentes e confiáveis ao meu lado e por me mostrar que sem Ele não chegaremos a lugar nenhum.

Agradeço a minha família, minha mãe Evangelina Monteiro, meu pai Antonio Alves, a todos os meus irmãos, e os meus amigos, por estarem sempre a postos quando precisei, por serem meu porto seguro e por todo esforço que me permitiu seguir em frente e pelas orações que não foram poucas.

Agradeço em especial meu esposo Marcio Joab meu companheiro por alguns anos, pela compreensão, apoio e paciência durante o período da graduação.

Aos meus amigos Erick e Juan Vidal pela parceria nos trabalhos ao decorrer da graduação, por sempre estarem dispostos a me ajudarem quando precisei.

Aos meus amigos Aldecir e Leticia pelas orações e por acreditarem que eu iria conseguir realizar mais um sonho e por me ajudarem indiretamente cedendo sua casa quando precisei utilizar a internet para fazer algumas pesquisas.

Ao meu orientador, Profº Dr.José Jailton Junior por toda paciência e por sempre me auxiliar nas minhas dúvidas relacionadas ao Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

A minha eterna tia Benedita Alves por sempre acreditar em mim e enquanto ela viveu torceu por mim.

E a todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho.

“Não to mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares. Josué 1:9” (Biblia sagrada).

RESUMO

Com a expansão das organizações e de suas redes computacionais, a alta disponibilidade da rede de computadores é um requisito chave. Até mesmo em curtos períodos de inatividade de uma rede podem gerar perdas de produtividade. Diante disso, o presente trabalho apresenta uma proposta de otimização do tráfego da Rede de computadores de uma empresa de pequeno porte fictícia, através da implantação de redundâncias e a posterior implantação da técnica de *Spanning Tree Protocol (STP)*, protocolo definido pelo padrão *IEEE (Institute of Electrial and Electronic Engineers)* 802.1D. Trata-se de um protocolo que funciona ao nível da camada 2 de um modelo *OSI (Open Systems Interconnection)* e tem como finalidade controlar ligações redundantes, garantindo o melhor desempenho de uma rede. Com a simulação do STP, busca-se apresentar o protocolo e sua aplicação em uma rede como um dispositivo de proteção de tráfego de dado, seus benefícios e as possíveis perdas da utilização desse protocolo em redes Ethernet.

PALAVRAS-CHAVES: Tráfego, Redundâncias, Padrão IEEE;

ABSTRACT

With the expansion of organizations and their computer networks, the high availability of the computer network is a requirement. Even short periods of network downtime can generate productivity gains. Therefore, the present work presents a proposal to optimize the traffic of the computer network of a fictitious small company, through the implementation of redundancies and a subsequent implementation of the Spanning Tree Protocol (STP) technique, a protocol defined by the IEEE (Institute of Electrial and Electronic Engineers) 802.1D. It works at the level of protocol 2 of an OSI (Open Systems) protocol model (Open Systems) and aims at the performance of redundant connections, offering the best performance of a network. With a simulation of S, we seek to present the protocol and its application in a network as a data traffic protection device, its benefits and possible possibilities of using this protocol in Ethernet networks.

KEYWORDS: Traffic, Redundancies, IEEE Standard;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação do STP numa rede sem loop 12
Figura 2-Topologia Spanning-Tree Protocol sem falhas 14
Figura 3-Representação da placa de interface de rede (NIC) 18
Figura 4- Representação da rede Local Area Network 19
Figura 5- Exemplo de uma Rede de Área Pessoal 20
Figura 6- Wide Area Network (WAN) 21
Figura 7- Acess point conectados a um sistema de distribuição 22
Figura 8- Representação do funcionamento de uma Bridge 23
Figura 9 - Exemplo de uma rede ponto a ponto 24
Figura 10- Camadas dos modelos TCP/IP e OSI 29
Figura 11- Rede com Spanning-Tree Protocol 36
Figura 12- Fluxograma da rede sem uso do Protocolo STP 41
Figura 13- Rede com uso do Protocolo STP 42
Figura 14-Rota principal do swc-DIO-1 desativada 43
Figura 15-Todas as portas do swc-DIO-1 desativada 44
Figura 16-A nova rota principal do swc-DIO-1 ativada 45

SUMARIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES **9**
1 INTRODUÇÃO **11**
1.1 Contextualização **11**
1.2 Justificativa **13**
1.3 Objetivos **14**
1.3.1 Objetivo geral 14
1.3.2 Objetivos Específicos 14
1.4 Estrutura do trabalho **15**
2 REDE DE COMPUTADORES **16**
2.1 Introdução **16**
2.2 Desenvolvimento da rede de computadores e sua importância **16**
2.5 Protocolos **27**
2.6 Conclusão **32**
3 PROTOCOLO SPANNING-TREE **34**
3.1 Introdução 34
3.2 STP – *Spanning-Tree Protocol* 34
3.2.1 A utilização do protocolo STP em uma rede 35
3.3 Redes *Ethernet* 37
3.4 Conceituando alguns termos **38**
3.5 Conclusão **39**
4 RESULTADOS **39**
4.1 Introdução **39**
4.2 Simulador Packet Tracer **39**
4.4 Resultados alcançados **43**
4.6 Conclusão **45**
5 CONCLUSÃO **46**
6 REFERÊNCIAS **47**

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Atualmente a informação tem sido algo muito relevante na medida em que, por meio dela, criam-se possibilidades para identificar necessidades, como também recursos que venha solucionar esse problema. Para tanto, buscou-se desenvolver maneiras de difundir e gerenciar os conhecimentos gerados ao longo do tempo, de modo a evitar um novo trabalho para questões que outros estudos já conseguiram responder de forma satisfatória. É devido a isto que surge o conceito de redes no qual indivíduos e instituições compartilham aprendizagens com intuito de solucionar problemas distintos (ESTEVES, 2013).

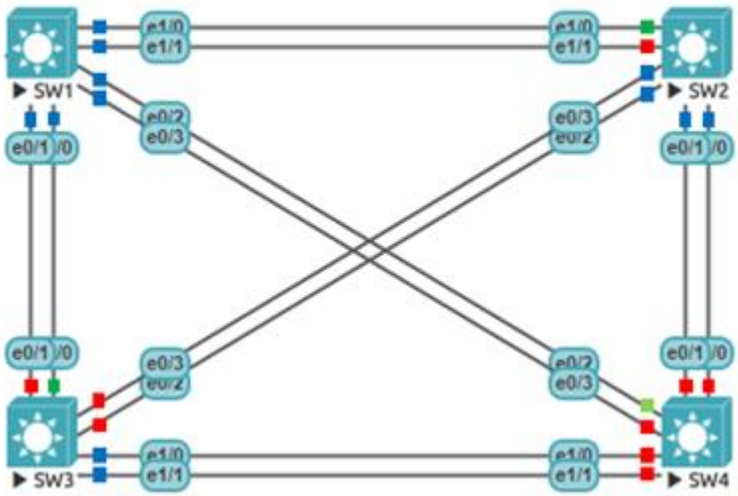
Paralelamente à necessidade de criar redes, surge também a questão de como estrutura-las, para que grandes distâncias físicas entre os elementos das redes não sejam obstáculos às mesmas. Fazendo-se necessário assegurar que o acesso à informação e comunicação entre usuários sejam eficientes e viabilize a rápida solução de problemas. Pois, a relevância que a comunicação adquiriu na sociedade atual, faz com que todos busquem tê-la rapidamente ao alcance das mãos e transmiti-las é uma demanda urgente.

Entretanto, é preciso destacar que a grande demanda pelo acesso a comunicação e, consequentemente à rede, causa uma lentidão no tráfego de dados, "o que pode resultar na perda de disponibilidade de serviços aos usuários" (SOUZA, 2009, p. 13), uma vez que, mesmo em períodos curtos de inatividade de uma rede são ocasionadas perdas de produtividade. Assim sendo, são inúmeros os mecanismos que existem e são oferecidos com intuito de reduzir o aumento do tráfego, bem como, do processo lento das redes.

Como mecanismo utilizado atualmente, tem-se percebido a grande procura pelo *Spanning-Tree Protocol* (STP-802. 1D) – protocolo utilizado pelos switches para evitar *loops* de camada 2, estabelecendo níveis de redundância – como um meio de solucionar problemas relacionados ao tráfego e lentidão de redes, visando criar um único caminho dinâmico lógico, por meio do bloqueio ou da liberação de portas. Ou seja, seu objetivo é criar uma topologia redundante e, ao mesmo tempo, livre de *loops,* sendo fundamental para o bom funcionamento de redes chamadas de convencionais ou de campus network.

A figura 1.1 apresenta como exemplo, a topologia *Spanning-Tree Protocol* numa rede sem *loop*, porém com muitos caminhos bloqueados. Nesse sentido, é possível observar que o resultado do STP pode ser bom e, ao mesmo tempo, ruim.

Figura 1- Representação do STP numa rede sem loop



Status	Porta	Encaminha Tráfego	Encaminha BPDU	Processa BPDU
■	Root	Sim	Não	Sim
■	Designada	Sim	Sim	Sim
■	Bloqueada	Não	Não	Sim

Fonte: Ortega, 2016.

Segundo Gomes (2005), quando as redes de computadores utilizam múltiplos switches, links alternativos são frequentemente usados entre estes mesmos switches, cujo objetivo é garantir disponibilidade do serviço para a maioria dos usuários.

> Porém, redes de computadores com links redundantes trazem a possibilidade dos quadros (dados que trafegam entre os computadores) entrarem em loop, causando assim problemas de performance na rede. Para resolver este problema, redes locais usam o *Spanning Tree Protocol* (STP), que previne que os quadros entrem em loop indefinidamente através destes em links redundantes. Sem STP, os dados enviados pelos computadores entrariam em loop por um período de tempo indefinido na rede através dos links físicos redundantes. Para evitar o loop de quadros, o STP bloqueia as portas do switch de enviar informações garantindo assim somente um caminho ativo entre pares de segmentos de redes locais (domínio de colisão). (GOMES, 2005, p. 52).

Observa-se, portanto, que o resultado do STP é bom quando a rede não tira vantagem dos links redundantes ativamente. Isto porque eles são bloqueados para evitar os *loops*, fazendo

com que algumas informações trafeguem aparentemente por um caminho mais longo pela rede, porque o eventual menor caminho pode estar bloqueado. Contudo, o resultado é ruim quando a nível global, os quadros trafegam indefinidamente por uma rede, tornando-a extremamente lenta e impossível de ser usada. Assim, as implicações colaterais do *Spanning-Tree Protocol* podem ocorrer em proporções menores quando comparadas ao maior benefício de comportar a efetivação de redes redundantes.

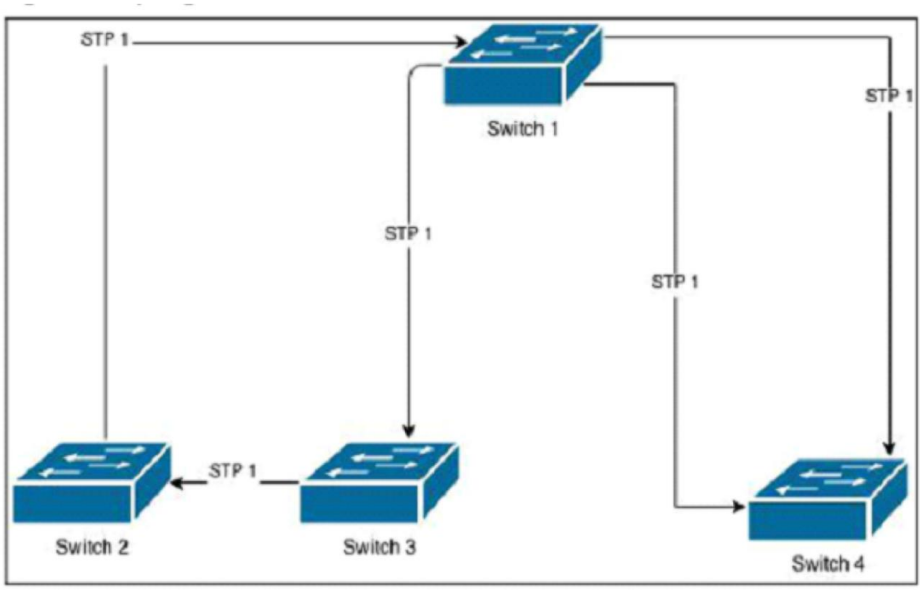
1.2 Justificativa

Devido ao grande crescimento da utilização das redes *Ethernet* – rede capaz de agregar novas tecnologias em uma comunicação compartilhada por um único cabo para todos os dispositivos da rede, permitindo sua ampliação para acondicionar novos dispositivos sem ter de transformar os antigos – faz com que exista na atualidade uma busca pela alta disponibilidade das redes. Desse modo, o Spanning-Tree Protocol tem sido amplamente utilizado nessas redes, pois encontra-se disponível em equipamentos de diversos fabricantes e possui fácil efetivação e controle.

Nesse contexto, usar o *Spanning-Tree Protocol* na otimização de redes de computadores permite a eliminação lógica de caminhos mais longos, escolhendo o de menor prioridade e endereço MAC (*Media Access Control*) para fazer a comunicação entre os *switches*. Uma vez que, o interesse pela grande disponibilidade das redes consiste no fato de que as redes estejam sempre acessíveis e com o funcionamento dentro dos padrões planejados, isto é, funcionando corretamente e não criando problemas de acesso.

Na figura 2, demonstra-se a topologia de quatro *switches*, no qual tem-se apenas uma instância de STP rodando e controlando as conexões redundantes.

Figura 2-Topologia Spanning-Tree Protocol sem falhas



Fonte: Silva, 2014.

Portanto, observa-se que para que o protocolo Spanning-Tree funcione corretamente e ocorra a comunicação entre os switches numa ação sem falhas ou interrupções, é de suma importância que o protocolo reconheça a rede completamente. Com isso, o STP consegue cumprir um importante papel que é o de proteger a rede, já que são necessários mecanismos que controlem as topologias e façam com que a rede se comporte da melhor maneira possível em casos de falhas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar o protocolo *Spanning-Tree* e a partir disso, sua aplicação em uma rede como um dispositivo de proteção de tráfego de dados. Uma vez que o protocolo STP foi pensado com o intuito de eliminar a existência de *loops* criando uma tipologia redundante.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar os benefícios e as possíveis perdas da utilização do STP em redes *Ethernet*.

- Descrever o desempenho do *STP* a partir do processo de redundância em redes.
- Conceituar termos necessários para a compreensão do *STP* como um protocolo de proteção de tráfego de dados.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em quatro capítulos, sendo que o restante deste trabalho está organizado como segue:

Capítulo 2: Aborda sobre o desenvolvimento da Rede de Computadores e sua importância como instrumentos de comunicação, administração de dados e informações e como seu uso tem-se tornado cada vez mais especializado. Nesse sentido, buscou-se evidenciar de que maneira as Redes de Computadores servem para aprimorar a qualidade de troca de informações e fornecimento de serviços para seus usuários, bem como, esclarecer a relevância dos protocolos, conceitos e termos empregados na atualidade.

Capítulo 3: Discorre sobre o desempenho do *Spanning-Tree Protocol*, baseando-se nas discussões presentes na literatura científica nacional dos últimos anos, apresentando também o protocolo como uma estratégia para melhoramento de rede, a partir das redes Ethernet, bem como faz a conceituação de termos necessários para a compreensão do uso do protocolo STP e, por fim, a conclusão do capítulo.

Capítulo 4: Discorre sobre os resultados, conclusões e trabalhos futuros baseando-se nas simulações e análise do protocolo escolhido feitas através do software *Cisco Packet Tracer*, detalhando em imagens o funcionamento do protocolo *STP* e o que podemos melhorar dentro do projeto proposto e colocando como um trabalho futuro essa proposta e por fim a conclusão do capítulo e a conclusão geral do trabalho.

2 REDE DE COMPUTADORES

2.1 Introdução

A Rede de Computadores é uma tecnologia de extrema importância. Uma vez que, por meio dela, é possível interligar um amplo conjunto de dados e informações que podem ser acessados pela internet em qualquer lugar do planeta. O presente capítulo abordará sobre seu desenvolvimento e como seu uso tem-se tornado cada vez mais especializado. Contudo, para além da compreensão de como as redes são construídas, é fundamental entender ainda de que modo atuam e são administradas (PETERSON; DAVIE, 2013).

2.2 Desenvolvimento da Rede de Computadores e sua importância

A inserção dos computadores como instrumentos de comunicação, gerência de dados e informações caracteriza-se em meados do século XX com a Segunda Guerra Mundial entre 1939 a 1945 e desenvolve-se nos anos que se perdurou a Guerra Fria. Cuja finalidade principal vinculou-se diretamente a história do avanço da tecnologia dos computadores norte-americanos e essencialmente ocidental (CARVALHO, 2006, p. 6). Devido às diversas inovações da tecnologia estabelecidas ao longo da história das redes de computadores, a transmissão de dados por comutação de pacotes (*packet switching*), demonstra a importância do desenvolvimento dos computadores, bem como das redes.

A introdução da técnica de transmissão de dados por comutação de pacotes originou-se de maneira simultânea e independente por pesquisadores dos Estados Unidos e da Inglaterra. Assim, de acordo com Carvalho (2006), as redes de computadores fundamentadas nesse tipo de técnica funcionam da seguinte maneira:

> A informação é dividida em pequenas partes (pacotes) antes de ser enviada. Cada pacote carrega o endereço de origem e o de destino, sendo que os pacotes viajam pela rede como unidades independentes de informação, podendo tomar rotas diferentes até o computador de destino, onde são reordenados e checados e a informação é então reconstituída. A comutação de pacotes permite que diversos usuários compartilhem um mesmo canal de comunicação (CARVALHO, 2006, p. 11).

Nesse sentido, as primeiras redes de computadores estabelecidas no Brasil surgem também no século XX, porém, especificamente na década de 60 e tinham como finalidade permutar dados entre dois computadores. “O cartão perfurado era o meio utilizado para armazenar dados, sendo que o mesmo se constituía como uma forma demorada e trabalhosa de

transportar grandes quantidades de informações" (FRANCISCATTO, 2014, p. 15). Entretanto, com o avanço gradativo dos meios de comunicação e das tecnologias, as redes dos tipos mais diversificados ganharam notoriedade no mercado, sobretudo, na atualidade. Assim, é preciso compreender o conceito de rede – palavra derivada do latim *rete* – é uma estrutura que dispõe de um padrão característico, sua composição base é definida pelo entrelaçamento de fios, possui espessura e materiais diversos como o algodão, raiom, náilon ou outras fibras que formam um tecido de malhas com espaçamentos regulares. "Hoje é possível construir redes através de inúmeras possibilidades: redes cabeadas (Ethernet, fibra óptica), sem fio (rádio, *Bluetooth, Wi-Fi*), entre outros" (FRANCISCATTO, 2014, p. 16). Observa-se que fatores como o custo e a velocidade são influenciados pelas tecnologias e dispositivos empregados na construção destas redes.

Já o computador é definido como uma máquina eletrônica que processa dados e que permite a execução de diversas sequências ou rotinas indicadas pelo utilizador. Logo, as redes de computadores apesar do avanço gradativo e disseminação, mantém suma principal finalidade que é de compartilhar recursos e favorecer a troca de informações. Compreende-se, portanto, a Rede de Computadores como basicamente "um sistema de comunicação introduzido para interligar os equipamentos de processamentos de dados [...], antes operando isoladamente com o objetivo de permitir o compartilhamento de recursos, ou seja, uma rede" (COSTA, 2010, p. 5), fazendo com que um grupo de pelo menos dois computadores que estejam conectados entre si consigam se comunicar uns com os outros, distribuindo serviços e informações com maior agilidade e praticidade. Além dos computadores, utilizam-se outros aparelhos integradores que buscam facilitar a comunicação como, por exemplo, um *router* ou um *switch.*

Grande parte das Redes de Computadores são fundamentadas em "alguma espécie de cabo utilizado para ligar os computadores entre si, além do cabo, é necessária outra peça física para fazer a conexão entre os computadores – equipamento chamado de placa de interface de rede (NIC), ou simplesmente placa de rede" (COSTA, 2010, p. 5). Através da *Network Interface Card* (NIC), dispositivo responsável pela comunicação, é possível consultar documentos e páginas compartilhadas, estabelecer comunicação, acessar aplicativos, replicar dados entre outras funções.

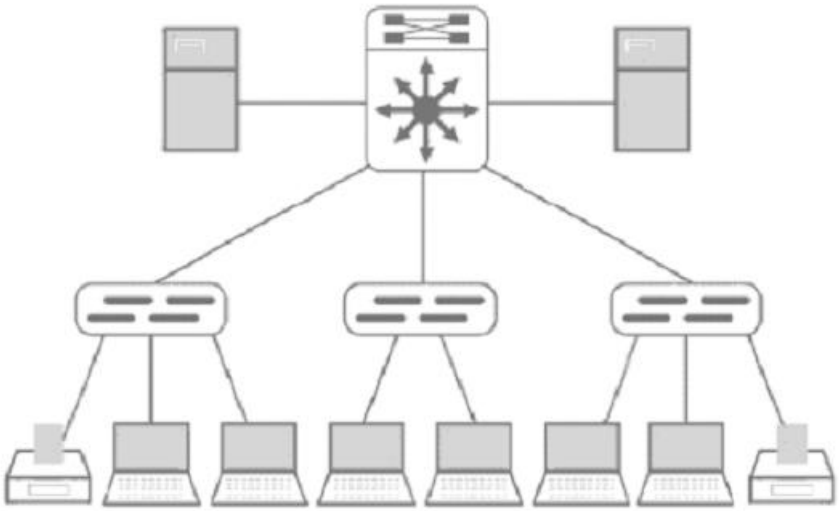
Figura 3-Representação da placa de interface de rede (NIC)

Fonte: Informatize Informática, 2022.

A placa de interface de rede na figura 3 faz com que o tempo da transferência de dados de uma máquina (rede de computadores) para outra seja o mais rápido possível. Desse modo, a maneira mais habitual de classificar as redes de computadores é em relação ao seu alcance ou disposição geográfica e alguns dos modelos mais comuns em nosso cotidiano são: a rede local ou simplesmente LAN (do inglês - *Local Area Network*); a rede de área pessoal PAN (*Personal Area Network)* e as redes metropolitanas MAN (*Metropolitan Area Network*), no qual, cada uma delas possuem diferentes finalidades e serviços.

A LAN consiste em redes de computadores individuais que se comunicam entre si por meio de hardware e software, permitindo que computadores consigam enviar e receber informações e dados. É chamada desta maneira porque cobrem apenas uma pequena área de em média 100 metros de alcance, utilizando-se, na maioria das vezes, para interligar computadores, impressoras e servidores dentro de um mesmo espaço físico como prédios e campus (BUNGART, 2017). Como pode ser observado na figura 4

Figura 4- Representação da rede Local Area Network



Fonte: Bungart,2017.

Entretanto, apesar de uma rede local permitir a troca de informações entre os computadores conectados à rede, porém ela não é hábil o suficiente para disponibilizar entrada de internet para nenhum destes aparelhos. Segundo Bungart (2017, p. 39) “dois computadores interligados por um cabo, sem a conexão com outros equipamento de rede, possui uma área de rede local, [...] este tipo de rede permite ainda “altas taxas de transferência, baixos índices de erro e custo relativamente baixo”. Na atualidade, a rede área local tem se ampliado devido ao avanço da tecnologia.

As Redes de Área Pessoal, no entanto, são utilizadas para que dispositivos se comuniquem dentro de um alcance bastante restrito, os quais, geralmente reúnem os aparelhos sem fios situados perto de uma pessoa/usuário como o UWB, MP3 *player*, *notbooks* entre outros dispositivos com no máximo 10 metros de longitude. Segundo Franciscatto (2014, p. 17) “redes formadas por dispositivos Bluetooth são exemplos de uma PAN”, como demonstrado na figura 5.

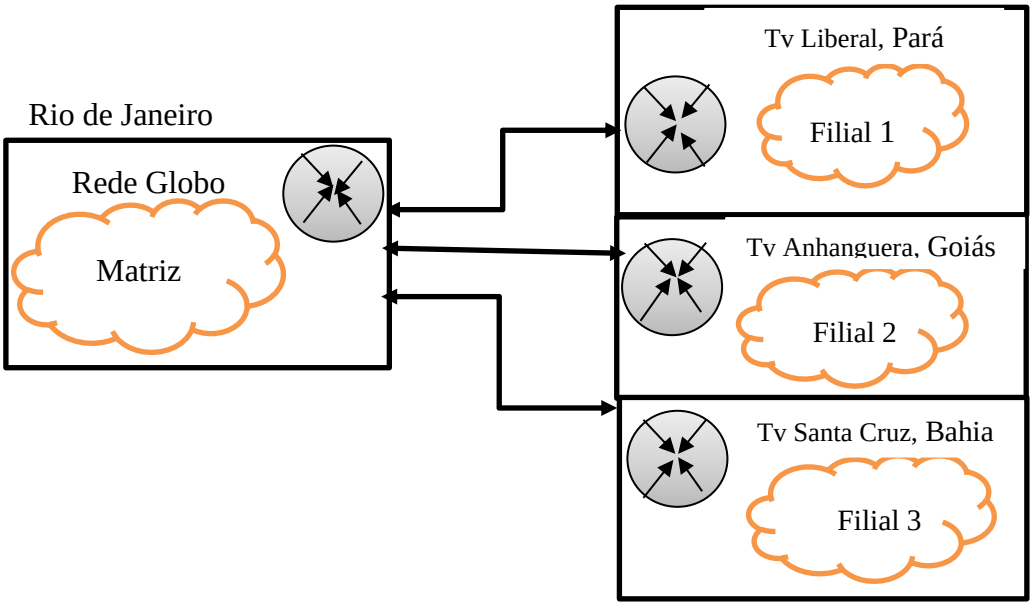
Figura 5- Exemplo de uma Rede de Área Pessoal

Fonte: Franciscatto, 2014.

Já as redes metropolitanas (MAN) possuem um alcance de área equivalente a uma cidade, geralmente são utilizadas para interligar empresas e universidades que possuem diversas sedes em uma mesma cidade ou região metropolitana" (BUNGART, 2017, p. 41). Ou seja, este tipo de rede permite o Inter ligamento de várias LAN geograficamente próximas com encargos importantes, possibilitando com que dois pontos distantes se comuniquem como se fizessem parte de uma mesma rede de área local.

Um exemplo mais prático dessa comunicação permitida pelo Inter ligamento de várias LAN são as redes de televisão a cabo, que segundo Bungart (2017, p. 42) "possuem concessão para prover serviço para uma determinada cidade ou área da cidade, e distribuem seus equipamentos e cabeamento para cobri-las". Contudo, cabe destacar que se o alcance for considerado maior que a demarcação de uma cidade, são chamados de WAN (*Wide Area Network*), isto é, uma rede de longa distância que faz a cobertura de uma área maior com a conexão de Internet.

Figura 6- Wide Area Network (WAN)



Fonte: Silva, 2022.

A figura 6 representa a maneira como as redes WAN são distribuídas geograficamente, as quais, comumente possuem uma grande área de abrangência. E, apesar de o exemplo acima evidenciar a interligação de um alcance restrito aos estados, já que a matriz da Tv Globo se encontra presente no estado do Rio de Janeiro e a mesma possuir filiais em diversos outros estados do Brasil como Pará, Goiás e Bahia, esse tipo de rede pode abranger até mesmo países e continentes, contando que haja conectividade entre as redes locais, isto é, a matriz de uma empresa, suas filiais e seus parceiros.

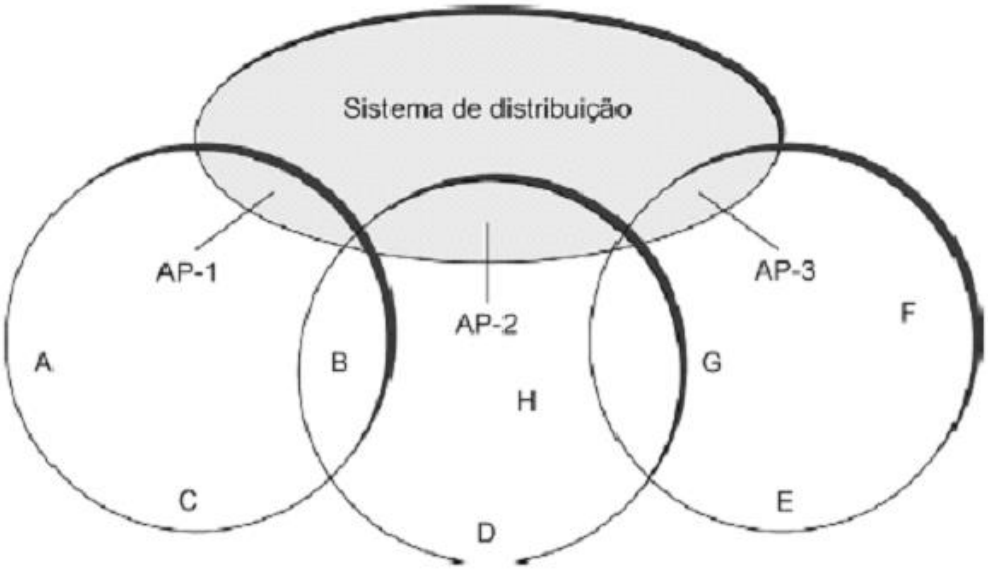
2.3 Tipos de dispositivos indispensáveis de uma rede

Segundo Franciscatto (2014, p. 26) “uma rede de computadores é composta por diferentes dispositivos, cada um com sua função, objetivo, funcionalidade e organização, bem como, prover a comunicação entre os diferentes componentes de uma rede”. Anteriormente foi citado a placa de interface de rede, agora vejamos outros dispositivos para compreendermos um pouco melhor os principais elementos que compõem uma rede.

Ponto de acesso *wireless* ou *access point* é o equipamento responsável por fazer a interconexão entre todos os dispositivos móveis em uma rede sem-fio, sendo conectadas umas

às outras por um chamado sistema de distribuição. Como pode ser verificado na figura 7 por meio de um esquema desenvolvido pelos pesquisadores Peterson e Davie:

Figura 7- Acess point conectados a um sistema de distribuição



Fonte: Peterson e Davie, 2013.

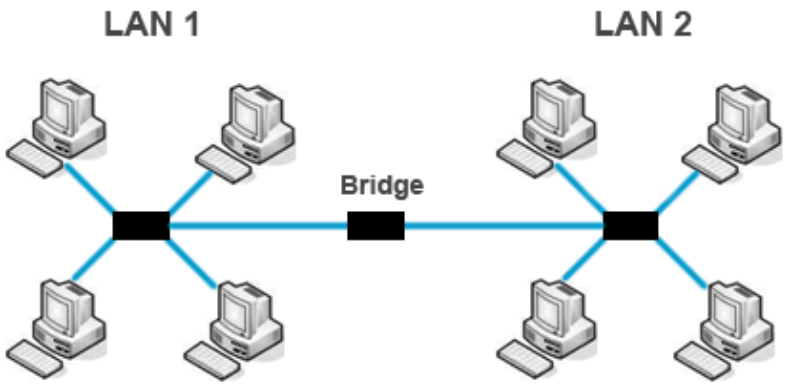
É válido ressaltar que o sistema de distribuição atua na camada de enlace, a mesma camada de protocolo dos enlaces sem fios. Sendo assim, este sistema não depende de quaisquer protocolos de nível superior e poderia ser utilizado em uma rede Ethernet, por exemplo. Já que, "os padrões Ethernet de comunicação de dados possuem diferentes tipos e podem ser tanto cabeados, como sem-fio (*wireless*)" (FRANCISCATTO, 2014, p. 27). Assim, existem diversos padrões Ethernet cabeadas e sem-fio que são tecnologias usadas com frequência no cotidiano como os padrões 802.11 (b, g, n), 802.15 e 802.16.

O *Hub* é um dispositivo cuja função é interligar os computadores de uma rede local e seu funcionamento é simplesmente de repassar o sinal vindo de um computador para todos os computadores ligados a ele (como um barramento). Apesar de o Switch ser semelhante ao hub, sua "tarefa principal é tomar os pacotes que chegam em uma entrada e encaminhá-los (ou comutá-los) para a saída correta, de modo que alcancem seu destino apropriado" (PETERSON; DAVIE, 2013, p.103). Logo, um switch serve de concentrador em uma rede de computadores, fazendo com que haja variadas formas de como o switch pode determinar a melhor saída para um pacote, com a diferença de que recebe um sinal vindo de um computador de origem e entrega este sinal somente ao computador destino. Isto permite que o número de colisões e a perda de pacotes na rede diminuam significativamente.

O Roteador é um dispositivo de rede semelhante a um hub ou switch (com as mesmas funções), ou seja, a de interligar diferentes redes de computadores independentemente da quantidade e das distâncias destas redes. Assim, existem dois tipos básicos: os estáticos que escolhem entre os caminhos disponíveis para enviar um pacote, o menor caminho possível, porém, não verificam se este caminho está mais ou menos congestionado do que outro. Os dinâmicos que verificam o melhor caminho disponível para tráfego dos dados na rede como, por exemplo, um caminho livre mais longo para comunicação ou um caminho mais curto congestionado (FRANCISCATTO, 2014, p. 104).

Por fim, apresentamos as Bridges – definidas como uma ponte de ligação entre duas ou mais redes e são muito utilizadas em redes de universidades e empresas. “Em suas variantes mais simples, as bridges aceitam quadros da LAN em suas entradas e os encaminham para todas as outras saídas”, ou seja, é um “dispositivo de múltiplas entradas e múltiplas saídas, que transfere pacotes de uma entrada para uma ou mais saídas” (PETERSON; DAVIE, 2013, p. 116), oferecendo uma maneira para a expansão da largura de banda total de uma rede.

Figura 8- Representação do funcionamento de uma Bridge



Fonte: Matos, 2011.

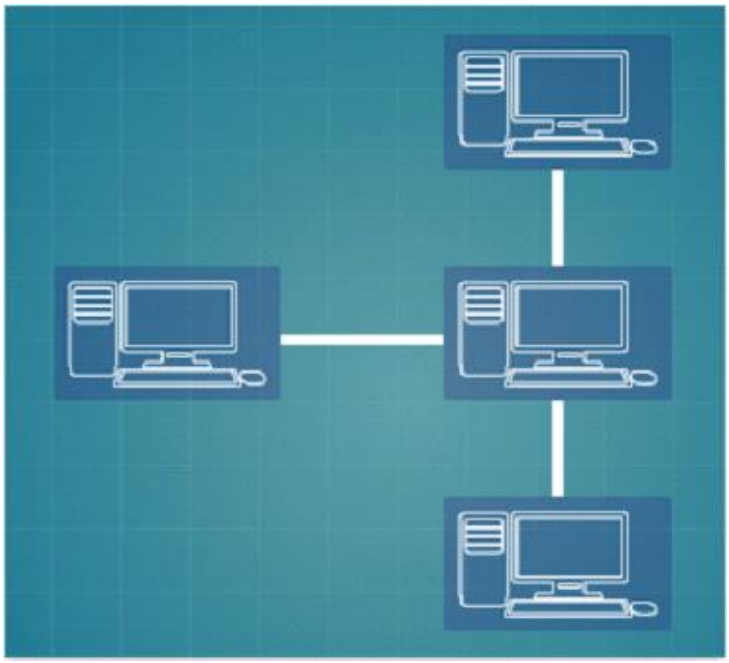
Na figura 8 observa-se que as bridges têm capacidade de segmentar uma rede em várias sub-redes, diminuindo o tráfego de dados. Devido sua função principal se tratar do fluxo de pacotes entre segmentos de uma rede local e não de sinais elétricos, a forma de trabalhar de uma bridge se difere dos repetidores, uma vez que “não retransmitem frames mal formados ou com erros, pelo contrário, é necessário que o pacote esteja apto para então ser retransmitido por

uma bridge" (FRANCISCATTO, 2014, p. 104), permitindo com que sua função seja de fundamental importância no âmbito das redes de computadores.

Em vista da discussão realizada nesta seção, faz-se de suma importância compreender a classificação das redes de computadores quanto a hierarquia, isto é, quanto ao modo como os computadores dentro de uma rede se comunicam, sendo que os principais tipos são: as redes ponto a ponto e as redes cliente-servidor, bem com os contextos hardware e software. Pois, observa-se que as redes de computadores se tornam progressivamente presentes em nosso cotidiano e estão disseminadas em múltiplos ambientes como no doméstico, nos pequenos escritórios, médias e grandes empresas.

As principais características de uma rede do tipo ponto a ponto são: a) comumente utiliza-se em pequenas redes; b) de fácil execução e custo mínimo; c) possuem pouca segurança; d) são compostas de um sistema de cabeamento simples. Contudo, ao fazer uma avaliação dos benefícios ou prejuízos deste tipo de rede, observa-se que no primeiro caso todos os computadores podem acessar diretamente outros computadores e os métodos compartilhados, enquanto que no segundo caso a baixa segurança que este modelo proporciona é considerado um ponto negativo. Exemplo da rede ponto a ponto:

Figura 9 - Exemplo de uma rede ponto a ponto



Fonte: Metrópole Digital, 2015.

A figura 9 demonstra que na topologia física da rede ponto a ponto cada nó recebe a informação e o reenvia para o seu destino, isto é, esse tipo de rede desempenha um papel de repetidor onde cada segmento da rede tem um transmissor e um receptor. Como exemplo deste tipo de conexão observa-se as primeiras linhas de telégrafo que acompanhavam as linhas férreas, como também, a *Internet Solution Provider* (ISP) via linha telefônica discada, configuração de CLP ou microcontrolador via porta serial.

A topologia de rede cliente-servidor apresenta as seguintes características: a) usa servidores com sistemas operacionais eficientes; b) possui um bom estado de segurança e custo mais elevado; c) equipamentos e manutenção mais complexos; d) geralmente demanda de um profissional ou grupo especializado; e) normalmente é indicada para empresas de médio e grande porte. Nesse sentido, sua arquitetura visa organizar o sistema como um conjunto de processos cooperativos (servidores) que permitem serviços aos processos de usuário (clientes).

A comunicação entre processos se dá unicamente por meio da troca de mensagens, fazendo que o modelo adequado à implementação de sistemas distribuídos possa ser delineado para permitir a troca de mensagens entre processos executados em diferentes modos. Segundo Saliba Júniro (2018) o modelo cliente-servidor faz ainda o uso de protocolos de comunicação simples do tipo requisição/resposta, a fim de obter um serviço, um cliente envia uma requisição ao servidor que executa as operações anexas ao serviço e envia uma resposta ao cliente, contendo um código de erro caso o serviço não possa ser efetivado.

2.4 Hardware e software para redes de computadores

O computador é dividido em duas partes distintas, chamadas de hardware e software, o que o diferencia de outras máquinas. Hardware corresponde a parte física do computador e software a parte lógica, ou seja, os programas do computador. Nesse sentido, é importante a compreensão acerca do funcionamento destes programas em relação aos computadores.

Segundo os autores Rezende e Abreu (2003) o hardware é um conjunto integrado por dispositivos físicos, instalados por mecanismos de processamento que utilizam eletrônica digital para entrar, processar, armazenar e sair com dados e informações. Os autores afirmam que os periféricos são dispositivos que trabalham junto com o computador, como mecanismos de entrada (input) do computador podem-se descrever o teclado, mouse, os recursos de multimídia, dispositivos de reconhecimento de voz, scanners para digitalização de imagens, leitor óticos, microfone entre outros.

Como mecanismos de saída (output) os monitores, impressora com jato de tinta e também a laser e ainda deve ser levada em conta à estrutura da rede elétrica verificando a necessidade de nobreaks e estabilizadores de energia. Na visão de O'brien (2004) o conceito de Hardware compreende todos os dispositivos físicos e equipamentos utilizados no processamento de informações e abrange não apenas máquinas, como computadores e outros equipamentos, mas também todas as mídias de dados, ou seja, objetos tangíveis nos quais são registrados dados desde folhas de papel até discos magnéticos.

Já o software, normalmente conhecido como a parte lógica da computação o mesmo tinha no início da era tecnológica uma importância pequena, no entanto, com o passar do tempo foi ganhando notoriedade e tornando-se maior relevância no contexto da informática e computação. Pressman (1995) define o software como sendo: 1- instruções que quando realizadas produzem a função e o desempenho esperados; 2- estruturas de dados que permitem que os programas manipulem adequadamente a informação; 3- documentos que descrevem a operação e uso dos programas.

Partindo desta definição ampla o software tem se tornado um produto mais independente do hardware ocasionando um crescimento das suas funções, distinguindo-se do hardware basicamente por uma única palavra: físico. Pois, apesar de hardware possuir partes físicas e conseguir tocar e "ver" o que se está construindo, no software para que esse movimento ocorra é necessária uma abstração maior.

Com base nisso, destacam-se três características dos softwares. A primeira diz respeito ao fato de que "o software for desenvolvido ou projetado por engenharia, não manufaturados no sentido clássico" (PRESSMAN, 1995, p.13). Por serem produtos totalmente diferentes, apesar da relação, os seus métodos de "criação" são diferentes. Ainda segundo o autor, isso acontece exatamente por não se tratar de peça física, como o hardware, o software não se desgasta. A segunda trata-se de que não existem peças de reposição de um software e apesar de não ter desgaste, existe a depreciação onde o software sofre alterações em relação à mudança do seu escopo ou correções de programação que findam comprometendo a sua vida.

O terceiro ponto caracteriza-se pelo fato de que "todo software é feito sob medida", que faz do mesmo uma peça especificamente moldada, para ser aplicada em um processo específico ou para auxiliar na realização de certa atividade. No entanto, existem pesquisas que tratam da reutilização dos códigos, com a finalidade de otimizar a criação de novos softwares.

2.5 Protocolos

Para compreender de que modo os protocolos que envolvem o estudo sobre Rede de Computadores funcionam é preciso também ter o entendimento de que o mesmo se pauta no modelo de referência *Open System Interconnection* (OSI) e suas camadas, bem como, de sua estruturação, de sua comunicação entre camadas e da relação do arquétipo OSI com a arquitetura TCP/IP, que é o padrão utilizado no mundo todo atualmente. Segundo Bungart (2017) esse modelo foi desenvolvido para dar facilidade à compreensão das funções, protocolos e aparelhamentos de cada camada, sendo assim:

> "Com o modelo de arquitetura de rede, o OSI também facilita a adoção de novas tecnologias, em o usuário se preocupar em manter sistemas proprietários e restritos a determinados fabricantes. O modelo OSI, apesar de não ser tão usado hoje em dia, serviu como referências para diversas outras arquiteturas de rede (BUNGART, 2017, p. 83)".

De acordo com Kurose e Ross (2010, p.7) "um protocolo define o formato e a ordem das mensagens trocadas entre duas ou mais entidades comunicantes, bem como as ações realizadas na transmissão e/ou no recebimento de uma mensagem ou outro evento", isto é, os protocolos em sua essência são regras e procedimentos de comunicação.

2.5.1 Protocolo TCP/IP

Um protocolo determina a configuração e a regra das mensagens trocadas entre duas ou mais unidades participantes, bem como as intervenções efetuadas na transmissão ou no recebimento de uma mensagem ou em outro evento (KUROSE & ROSS, 2003). Ou seja, um protocolo é um grupo de regras que comprovam como será feita a comunicação entre os computadores em uma rede.

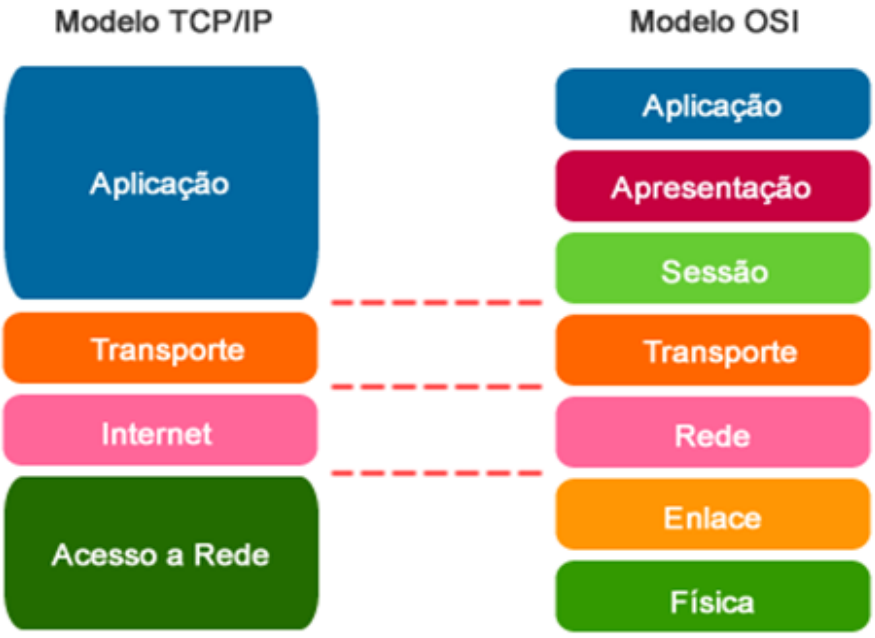
O protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) hoje em dia é o mais utilizado em redes locais. Isso se deve principalmente à popularização da internet, já que ele foi criado para este fim. Uma das vantagens desse protocolo em relação a outros protocolos existentes, segundo TORRES (2001), é que ele é roteável, proporcionando assim o envio de mensagens ou dados em redes grandes de longa distância, onde pode existir vários caminhos para chegar ao computador receptor.

Um fato que fez com que o protocolo TCP/IP tornar-se popular é que sua arquitetura é aberta e qualquer fabricante pode assumir sua própria versão de TCP/IP em seu sistema operacional, segundo Stevens (1993): “o TCP/IP é na verdade um grupo de protocolos que possibilita que computadores de todo tamanho e de quaisquer fabricantes rodando sistemas operacionais totalmente diferentes, comuniquem-se entre si”. Assim, as principais características do protocolo TCP/IP, são:

Padrão aberto, livremente acessível e desenvolvido independentemente do hardware ou sistema operacional do computador; independente de hardware específico de rede; possui uma estrutura de endereçamento comum que possibilita todo dispositivo comunicar-se a outro em toda rede, mesmo que esta seja tão grande quanto a Internet; é composto por protocolos padronizados de alto nível para serviços consistentes e amplamente disponíveis.

Tanenbaum (1997) nos leva a entender que, para diminuir a dificuldade de projeto, os projetistas de rede organizam os protocolos, o hardware e o software de rede que implementam nos protocolos em camadas. Com uma arquitetura de protocolo em camadas, cada protocolo pertence a uma das camadas. É importante entender que um protocolo de uma camada n é distribuído entre as entidades da rede que implementam aquele protocolo. Duas arquiteturas merecem destaque neste trabalho: o OSI (*Open System Interconnection*), um modelo teórico, elaborado pela ISO *(International Organization for Standardization*) e o TCP/IP, mais prático, que é especificado como um sistema de 4 camadas. A Figura 10 mostra as camadas de cada modelo:

Figura 10- Camadas dos modelos TCP/IP e OSI



Fonte: DataRain, 2022.

2.5.2 Protocolo IPv4

No início, o escopo da Internet era muito reduzido, sendo utilizada basicamente em pesquisas de universidades, em algumas empresas e nas forças armadas dos Estados Unidos (TANENBAUM; WETHERALL, 2011). Nessa época seus inventores não tinham consciência de que este projeto desencadearia enormes proporções vivenciadas hoje. Sendo assim, vários problemas foram originados simultaneamente com a expansão, como por exemplo, problemas com segurança de informações e a falta de endereçamentos IP (HAGEN, 2006). Um host é uma máquina conectada na rede, representando um nodo nesta rede. Este equipamento pode oferecer informações, serviços e aplicações para usuários, na Internet, cada host tem um endereço Internet Protocol (IP), que codifica seu número de rede e seu número de host. Esta é uma combinação única, ou seja, duas máquinas conectadas à Internet não possuem o mesmo endereço IP.

O protocolo IPv4 é uma versão do protocolo IP, assim como o IPv6, sendo assim a organização de endereços IPv4 foi feita de forma desigual, mesmo que a divisão de endereços IPv4 fosse feita de forma igualitária para todas as regiões do mundo, do mesmo jeito hoje

estaríamos sujeitos ao esgotamento de endereços IP (FLORENTINO, 2012). Além do problema com o limite de endereços IP, outro fator importante para a substituição do protocolo IPv4 é o aumento da tabela de roteamento, já que os roteadores devem manter sempre informações completas do roteamento da Internet. Se o número de entradas nas tabelas de roteamento crescerem indiscriminadamente, os núcleos dos roteadores serão forçados a pular rotas e porções da Internet ficarão intrafegáveis.

Outro fator é que, o protocolo não dispõe de nenhum mecanismo de segurança nativo para os dados que são transmitidos pela rede, possibilitando assim que um invasor intercepte uma conexão e tenha acesso aos dados.

No iniciou da comercialização da Internet as conexões eram feitas somente para computadores, não haviam celulares, tablets, entre outros. Em poucos anos os eletrodomésticos e eletrônicos em geral passarão a ser conectados a Internet, causando uma demanda maior de endereços IP para uso. Surge então a nova versão do protocolo IP, o IPv6, que busca acabar com a carência de endereços. É importante destacar que o IPv6 não é um complemento do IPv4, ou seja, não são compatíveis. O protocolo IPv6 é o substituto do IPv4, criado para resolver os problemas do IPv4, como a carência de endereços IP, podendo os dois funcionarem simultaneamente com a ajuda de mecanismos de transição.

2.5.3 Protocolo IPv6

Diante da previsão de esgotamento de endereços IPv4 e da demanda de novos endereços, em 1992, foi criado o grupo *Internet Protocol next generation (IPng)* pela *Internet Engineering Task Force (IETF),* com a intenção de realizar pesquisas para a geração de uma nova versão do protocolo IP, levando em consideração as seguinte características, as quais são para sua elaboração, segurança, escalabilidade, configuração e administração de rede, políticas de roteamento, transição e padronização da tecnologia (MOREIRAS, 2012).

Entre os projetos pesquisados, foram analisadas e publicadas na RFC 1752, as três propostas principais de protocolos, *TCP and UDP with Bigger Addresses (TUBA), Common Architecture for the Internet (CANTIP) e Simple Internet Protocol (SIP).* Uma das características que foram sucesso para o IPv4 e continuam contribuindo com o IPv6 e uma delas é o encaminhamento de pacotes sem conexão, chamados de datagramas. A RFC 2460 (1998), especifica as principais diferenças entre o protocolo IPv4 e seu sucessor, o IPv6:

Expansão na capacidade de endereçamento: o IPv6 obteve uma mudança significativa em relação ao endereçamento. Enquanto o IPv4 utiliza apenas 32 bits de endereçamento, o IPv6

usa 128 bits de endereço, proporcionando uma gama de 3,4x1038 novos endereços e também permitindo um endereço único para cada host no mundo;

Cabeçalho em formato simplificado: para reduzir o custo de processamento dos pacotes, alguns campos do cabeçalho IPv4 foram abolidos e outros são opcionais; Novos cabeçalhos de extensão: as opções não estão mais no cabeçalho base, o que gera maior capacidade de introdução de novas opções no futuro e também permite um roteamento mais eficaz;

Identificar fluxo de dados: existem pacotes que requerem tratamentos especiais. Esta característica permite identificar estes pacotes. Além da capacidade de atribuição de endereços, o IPv6 ainda permite novas funcionalidades como: arquitetura hierárquica; encaminhamento eficaz de pacotes; fornecimento de endereços válidos na Internet, a todos os dispositivos conectados; arquitetura fim-a-fim; alta disponibilidade de endereços e prefixos de rede prove flexibilidade à arquitetura das redes e permite a hierarquia. Um prefixo de rede pode endereçar um país ou até mesmo um continente, dividindo estes em diversos níveis. Assim, os provedores poderão utilizar apenas um prefixo de rede para todos os seus usuários, anunciando somente uma rota a outros provedores, hierarquizando a estrutura de rede e reduzindo o tamanho de tabelas de roteamento.

Segundo Liu (2011), apenas 9% de Sistemas Autônomos de *Internet* possuem rotas para redes IPv4 e IPv6, o que torna difícil a utilização do novo protocolo da *Internet*. Nos EUA, onde o governo exigiu que agencias governamentais migrem suas redes para o novo protocolo, assim como Sites e Servidores terão de estar acessíveis a partir do novo protocolo, ou até mesmo, só poderão ser acessados utilizando o IPv6. É sabido que algumas empresas necessitam implementar o IPv6 rapidamente, como é o caso das operadoras móveis.

2.5.4 Protocolo *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).*

Em uma rede de Arquitetura TCP/IP, todos computadores têm um endereço IP diferente. O *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) por sua vez, é o protocolo que fornece um meio para alocar estes endereços dinamicamente. O DHCP é um serviço básico, que permite fácil utilização para as redes móveis e para quem necessita utilizar uma faixa de *IPs* limitada. Os endereços IP podem ser atribuídos de formas diferentes:

i) Configuração Manual: nesta configuração um endereço IP é atrelado manualmente à um host pelo administrador da rede. Para isso, é necessária a associação de um endereço existente no banco do servidor DHCP ao endereço MAC do adaptador de rede do host;

ii) Configuração Automática: o servidor DHCP é configurado de forma que quando um dispositivo acessar a rede, é atribuído um endereço IP automaticamente;

iii) Configuração Dinâmica: neste caso, um endereço IP é destinado a tal dispositivo e é necessária sua atualização periodicamente. Na configuração dinâmica é possível um mesmo endereço ser utilizado por equipamentos distintos em diferentes momentos, basta que, o equipamento deixe de utilizar este endereço para que quando solicitado um endereço novamente, este mesmo endereço possa ser fornecido para outro dispositivo. O DHCP faz com que o endereçamento a máquinas seja um processo mais dinâmico do que estático. Geralmente, um novo usuário da rede solicita ao gerenciador um endereço IP válido. Esse usuário pode precisar desse endereço apenas esporadicamente ou até temporariamente. Contudo, enquanto o endereço é atribuído a uma máquina, ninguém mais pode usá-lo (BUGALO et. al., 1999).

2.5.5 Protocolo DNS (*Domain Name System*)

O protocolo DNS tem a função de fazer a criação de um esquema hierárquico de atribuição de nome baseado no domínio e de um sistema de bancos de dados distribuídos para implementar esse esquema de nomenclatura. Em geral é usado para mapear nomes de hosts e destinos de mensagens de correio eletrônico em endereços IP (TANENBAUM; WETHERALL, 2011). O servidor DNS traduz nomes para os endereços IP e endereços IP para nomes respectivos, permitindo a localização de hosts em um domínio determinado.

Observa-se que na teoria, um único servidor de nomes poderia controlar o banco de dados DNS inteiro e responder a todas as consultas referentes ao banco. A fim de que, caso esse servidor fosse ficar fora do ar, a Internet inteira seria atingida. Para evitar os problemas associados à presença de uma única fonte de informações, o espaço de nomes do DNS é dividido em zonas (zones) independentes.

2.6 Conclusão

Este capítulo apresentou a importância da rede de computadores, buscando evidenciar de que maneira elas servem para aprimorar a qualidade de troca de informações e fornecimento de serviços para seus usuários, bem como, esclarecer a relevância dos protocolos, conceitos e termos empregados na contemporaneidade, os quais contribuem para um melhor funcionamento quando se trata especialmente da utilização dos protocolos. Tais ferramentas permitem atingir grandes áreas geográficas que trata-se de uma das características de suma

notoriedade, já que evidencia a capacidade de economia de dinheiro e tempo, coisas que são significativas nesse mundo capitalista em que vivemos, onde o dinheiro é sempre visado como o objetivo principal.

3 PROTOCOLO SPANNING-TREE

3.1 Introdução

Apresenta-se, neste capítulo, um debate acerca do desempenho do protocolo STP em redes de computadores, baseando-se na literatura nacional científica afim de estabelecer um embasamento tanto bibliográfico quanto teórico no que tange às discussões seguintes, isto é, da utilização do *Spanning-Tree Protocol*, assim como da função e do papel das redes Ethernet, além de conceituar alguns termos importantes para compreensão do uso do respectivo protocolo.

3.2 STP – *Spanning-Tree Protocol*

Indicado pela norma da IEEE 802.1D o objetivo do STP - protocolo *Spanning-Tree*, segundo Vieira (2010, p.13) é fazer dinamicamente uma rede com *bridges* e *switches* em que tenha apenas uma rota ativa entre um par seja qual for os segmentos de rede (Domínios de Colisão). Para alcançar este objetivo, todas as *bridges* e *switches* utilizam um protocolo dinâmico, o resultado deste protocolo é que cada interface de uma bridge irá ficar em um estado de "*blocking*"ou de "*forwarding*". "*Blocking*" quer dizer que uma interface não pode enviar ou receber frames, mas ela pode enviar e receber CBPDUs – *Configuration Bridge Data Units*. "*Forwarding*" significa que o dispositivo pode enviar e receber frames. Colocando o conjunto correto de portas em estado "*Blocking*" é possível criar um único caminho lógico entre um par de redes.

Como sabemos se múltiplas conexões entre *switches* são criadas para redundância, "*loops*" na rede podem ocorrer, aumentando o congestionamento na rede, o STP (Spanning-Tree Protocol) foi criado com o intuito de parar os "loops" e permitir a redundância.

As principais vantagens do Spanning-Tree são:

- É provável ter links fisicamente redundantes, que podem ser usados quando outro link falhar;
- A lógica da bridge é trocada com múltiplos caminhos ativos para o mesmo endereço MAC, o STP evita isto criando um único caminho;

- Loops em uma bridge são evitados.

O STP acha todas as conexões na rede e derruba todas as conexões redundantes, com isso qualquer “loop” que poderia estar acontecendo na rede é eliminado. O STP torna-se em cada uma das portas sendo colocada em um de dois estados “forwarding” ou “blocking”. O jeito como ele faz isso, é designando uma “porta raiz” (root bridge) que irá decidir sobre a topologia de rede, pode-se ter somente uma root bridge em uma rede. As portas desta root bridge são chamadas de “portas designadas” (designated ports), que estão em estado de operação chamado de “modo de encaminhamento” (forwarding-state), que enviam e recebem o tráfego da rede.

3.2.1 A utilização do protocolo STP em uma rede

De acordo com Lima e Oliveira (2021, p. 1) “os computadores conectados em rede tornaram-se um importante mecanismo de disseminação de informações, colaboração e interação, independentemente da localização geográfica”. É interessante observar ainda que a tecnologia de Internet cada vez mais tem alterado a maneira de se trabalhar com computadores e, por sua vez, com a conexão fazendo com que os computadores se tornem uma importante ferramenta de comunicação e a conexão de conhecimento.

Outros dispositivos como tablets, smartphones e microcomputadores evidenciam o desenvolvimento de equipamentos que têm tornando praticamente impossível com que a sociedade consiga sobreviver sem o apoio das redes de computadores, já que as mesmas se intensificaram ao longo do tempo. Isto acabou atingindo também o ambiente corporativo, pois, nos dias atuais, as empresas possuem sistemas sofisticados de Internet, sendo indispensáveis para o seu bom funcionamento.

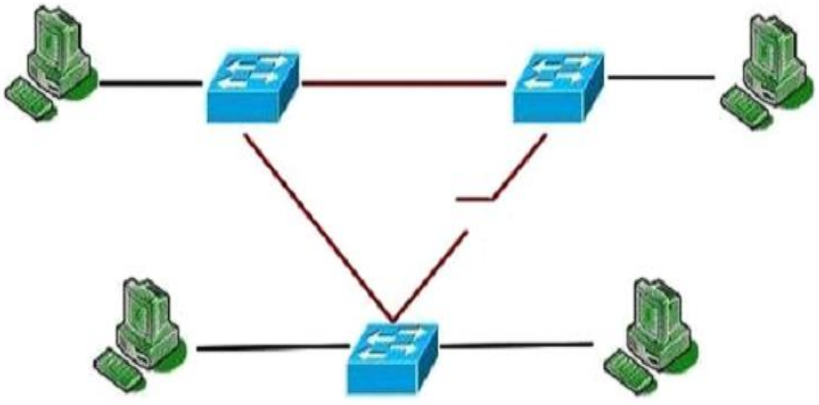
As redes de computadores servem para aprimorar a qualidade de troca de informações e fornecimento de serviços. Segundo Menegotto (2011, p. 8) “serviços como acesso a dados bancários por terminal eletrônico, redes sociais virtuais, sinal de TV, telefonia e acesso à internet utilizam acesso físico e lógico em redes de computadores”, sendo que muitos destes dados demandam de um acesso de alta velocidade. Pois em tempos de competitividade, as organizações têm se preocupado gradualmente com a racionalização e o aproveitamento de seus recursos, buscando obter ganhos de eficácia.

Nesse sentido, com o desenvolvimento da ciência e tecnologia observou-se a necessidade de novos equipamentos com alta capacidade de processamento das redes de

computadores. Equipamentos estes que fossem capazes de proporcionar resultados em tempo relativamente curto aos pesquisadores, fazendo surgir a concepção de ligação de rede de dados, cujo objetivo é o compartilhamento de recursos como uma solução muito mais eficiente (MENEGOTTO, 2011). No entanto, com o aumento sucessivo do número de dispositivos (*hosts)*, relacionado ao surgimento de um número cada vez maior de aplicações com necessidades específicas de transmissão de dados, fazem com que as características do tráfego na Internet tenham se modificado e se adaptado.

Desse modo, afim de manter a segurança das informações que trafegam na rede, proteger os equipamentos e *softwares* de ataques, a utilização do *Spanning-Tree Protocol* em uma rede pode ser bastante benéfica e contribuir para o bom funcionamento da Internet quando o protocolo consegue atingir seu objetivo que é de fazer a rede funcionar mesmo com problemas causados por situações diversas e que afetam a integridade da comunicação entre computadores. Segundo Haffermann (2009) isto acontece porque quando uma rede redundante usa o princípio do STP em um dos enlaces que interligam os switches, o cabeamento continua conectado, fazendo com que o protocolo se encarregue de efetuar o bloqueio lógico do caminho para evitar que a rede entre em *loop.*

Figura 11- Rede com Spanning-Tree Protocol



Fonte: Haffermann, 2009.

A figura 11 demonstra, em linhas gerais, que por meio do Spanning-Tree Protocol é possível eliminar logicamente os caminhos de comunicação e, para que isto aconteça, o protocolo acaba criando uma árvore de switches já presentes na rede e seleciona o switch de referência, a partir do qual será criado a árvore. A topologia árvore recebe esse nome por

lembrar os galhos de uma árvore, ou seja, existe uma hierarquia na disposição dos nodes, além disso, a organização em árvore exige um node central do qual partirão os pacotes, que serão redistribuídos entre os dispositivos. Observa-se que no mundo das redes de comunicações são muitos os protocolos que existem para garantir que a comunicação funcione da melhor maneira, sendo um desses protocolos o *Spanning-Tree.*

3.3 Redes *Ethernet*

Ethernet é uma rede capaz de agregar novas tecnologias em uma comunicação compartilhada por um único cabo para todos os dispositivos da rede, permitindo sua ampliação para acondicionar novos dispositivos sem ter de transformar os antigos. Desse modo, são fundamentalmente compostas de *switches* e aparelhamentos de camada 2, ou seja, Enlace do modelo de referência OSI, sendi que a comunicação baseia-se por meio de endereçamento MAC (*Media Access Control).* Para Silva (2014):

> Essa tecnologia é o tipo mais utilizada nas grandes empresas, e a que mais cresce em número de adeptos. Esse crescimento ocorre devido à facilidade de implantação, baixo custo, alta escalabilidade, uso estatístico e compartilhado das bandas. [...] As velocidades do acesso ethernet até o momento variam de 10 Mbit/s até 10 Gbit/s e caminham em conjunto com a combinação de cabeamento, conectores e hardwares utilizados. Os tipos de cabeamentos mais utilizados para redes ethernet são UTP (*Unshielded Twisted Pair*) e Fibra Óptica, de diversas velocidades e tipos. (SILVA, 2014, p. 13).

As redes *Ethernet* são as que mais se desenvolveram ao longo do tempo, e isto é percebido, especialmente, a partir do grande interesse das empresas nesse tipo de tecnologia devido a disponibilidade das redes, uma vez que sempre acessível e com o funcionamento dentro dos padrões idealizados, traz grandes benefícios para as empresas. Em uma rede Ethernet com aproximadamente 100% de disponibilidade, são usados conexões e equipamentos redundantes, além de topologias em anel.

Cabe destacar que a topologia anel recebe esse nome por conectar os dispositivos em um mesmo círculo. Tecnicamente, isso significa que todos os dispositivos contam com pelo menos duas “vizinhas”, pelas quais os dados podem passar. Contudo, nesse cenário, o fluxo de dados é unidirecional, como pode-se perceber na seguinte disposição:

PC 1 > PC 2 > Servidor > PC 3 > Impressora > PC 4 > PC1

Desse modo, a topologia anel nada mais é do que um ciclo de dispositivos conectados, em que os dados são repassados por cada node até alcançar seu destino. Ainda de acordo com

Silva (2014, p. 13), todos os processos que levam ao bom funcionamento e que não causem problemas "são necessários mecanismos que controlem essas topologias e façam com que a rede se comporte da melhor forma possível em casos de falhas. Esses mecanismos são os chamados protocolos de proteção ethernet".

3.4 Conceituando alguns termos

Nesta seção, discorremos sobre alguns termos que podem causar dúvidas ao leitor quando se trata da apresentação e/ou aplicação do protocolo *Spanning-Tree* em uma rede, cujo intuito é de esclarecer tais termos para melhor compreensão do texto. Em seguida, apresenta-se a listagem e significado dos termos:

Internet – Conceitua-se genericamente o termo como uma rede mundial de acesso que permite o compartilhamento instantâneo de dados entre dispositivos, utilizando-se uma infraestrutura de telecomunicações homogênea, com público ilimitado. A comunicação de redes é feita por meio do protocolo TCP/IP que gerencia e encaminha mensagens de dados entre os computadores. Segundo Mendes (2015, p. 24) é um "termo utilizado para descrever uma rede em que tudo se pode e tudo se consegue".

OSI – a *Open Systems Interconnection* foi o modelo que padronizou a maneira como os dados transmitidos deveriam ser encapsulados em pacotes e como estes pacotes seriam enviados, recebidos e interpretados dentro de uma arquitetura em camadas. Esteves (2013) define que, ao todo, existem sete camadas:

> E cada protocolo de comunicação opera em uma determinada camada. A primeira camada do modelo OSI, chamada f´ısica, trata das interfaces dos elementos de uma rede e a conexão física estabelecida entre eles. A camada seguinte, de enlace, é uma camada de protocolos que provêm comunicação entre dois pontos adjacentes em uma rede ou entre pontos em redes diferentes. (ESTEVES, 2013, p. 63).

Loop – é uma condição em que um pacote é transmitido continuamente em uma série de roteadores, sem sequer alcançar sua rede de destino desejada. Ou seja, o *loop* de rede ocorre quando, segundo Menegotto (2011):

> Os switches propagam sua tabela MAC a todos os outros switches diretamente conectados(adjacentes). Assim, um switch recebe a informação do endereço MAC de um equipamento através de uma interface, atualiza sua tabela MAC e propaga a outro switch, conectado em outra interface. Este switch atualiza sua tabela MAC e a propaga a outros switches. Devido à redundância, o primeiro switch também recebe

> atualização da tabela MAC do segundo, repetindo todo o processo de atualização e divulgação de tabela MAC. (MENEGOTTO, 2011, p. 17).

Switch – é um dispositivo que existe em quase todas as redes de computadores hoje em dia. Por se tratar de um equipamento que atua na camada 2, além de segmentar uma rede de computadores possibilitando a sua conexão, possui a tarefa de reencaminhar pacotes entre diferentes domínios. (ESTEVES, 2013).

3.5 Conclusão

Este capítulo versou sobre o desempenho do protocolo *Spanning-Tree* a partir da sua utilização em uma rede, evidenciando ainda que as redes de computadores servem para aprimorar a qualidade de troca de informações e fornecimento de serviços para seus usuários. Buscou-se também esclarecer a importância das redes Ethernet nos dias atuais, bem como, de conceitos e termos empregados quando se trata da apresentação e/ou aplicação do protocolo *Spanning-Tree* (STP).

4 RESULTADOS

4.1 Introdução

Apresenta-se, neste capítulo, uma metodologia que permite aperfeiçoar o processo de otimização de rede de computadores em pequenas empresas e mostrar os resultados obtidos através da simulação feita para um cenário que teve como base uma empresa fictícia para esse trabalho para análise de como se comportaria o protocolo ***STP***.

4.2 Simulador packet tracer

O *Packet Tracer* é um simulador de redes de computadores criado pela empresa Cisco® Systems Inc, com a finalidade de preparar profissionais de informática para projetar, configurar e solucionar problemas de redes e o uso dos equipamentos desenvolvidos pela empresa dentro do Networking Academy, Cisco (2020a) no programa de desenvolvimento de habilidades em redes. O simulador oferece um ambiente totalmente visual, com animações gratuitas que

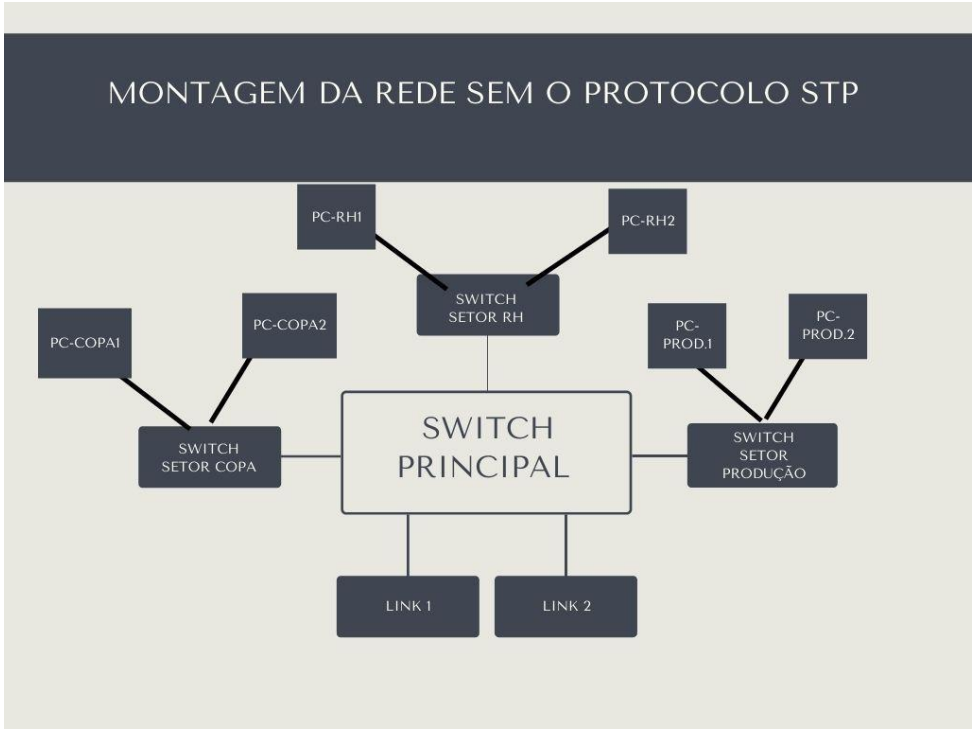
modelam cenários complexos, sem a necessidade de equipamentos físicos. O *Packet Tracer* permite projetar, criar e configurar redes apenas arrastando e soltando dispositivos e fazendo configurações em interfaces gráficas.

O *Packet Tracer* conta com uma variedade de recursos e serviços precisos em uma montagem de uma rede, utilizando-se de protocolos e equipamentos de informática. Em uma simulação o programa permite aplicar da rede em um ambiente simulado, criar uma situação onde vai ter uma busca por uma solução para tal problema, a utilização de diversos protocolos aplicados principalmente em redes como: *LAN*, switch, *WAN*. *TCP/IP*, Roteadores, entre outros, e disponibiliza também vários tipos de dispositivos de redes como: Roteadores, Switch, Host, Hub, Bridges, Access Points, Roteadores, Clouds e Modems.

4.3 Topologia

Foi feita uma simulação com foco em *Spanning Tree protocol*. Nesta simulação é possível verificar os diferentes pacotes de comunicação entre os equipamentos, que permitem a redundância quando há algum problema. Para a montagem da rede foi pensado em uma estrutura dentro de uma empresa de pequeno porte que tivesse três setores interligados entre si em um único equipamento e que essa ligação estivesse causando alguns transtornos para os funcionários e para o desenvolvimento do trabalho. Analisando esse cenário foi identificado uma falha na rede porque pelo modelo montado a rede estaria em loop, então quando uma conexão falhava todas falharam, foi que surgiu a ideia da utilização do protocolo *Spanning Tree Protocol* ***(****referido com o acrónimo* ***STP),*** para que fosse corrigido esse problema de *loop* na rede conforme a imagem a seguir.

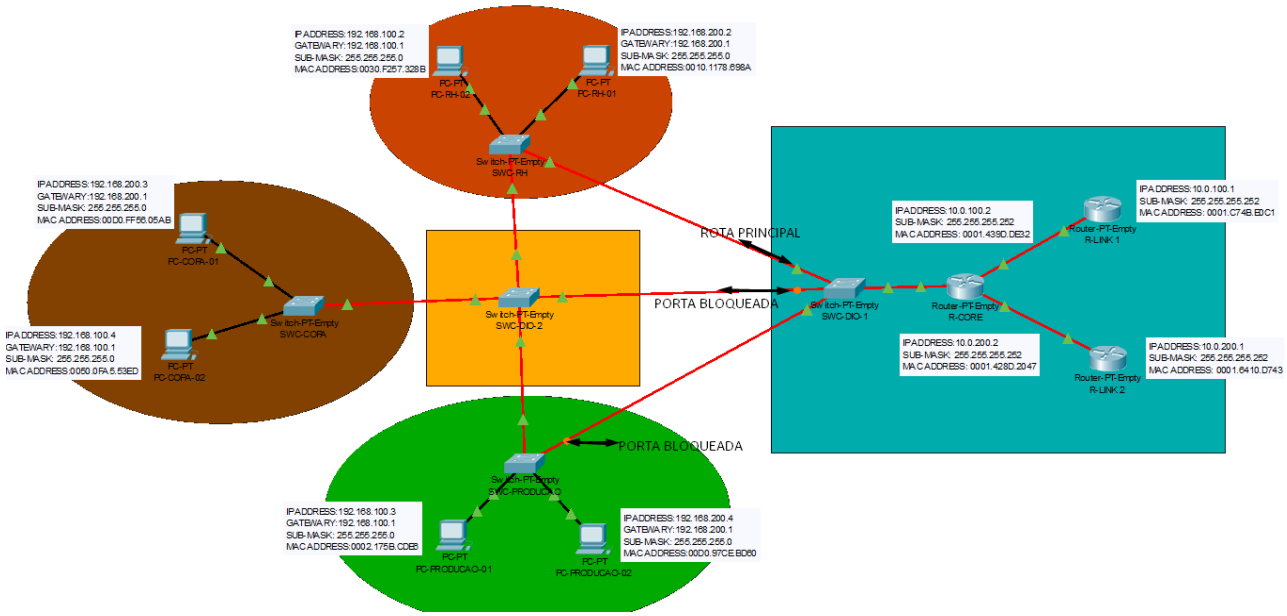
Figura 12- Fluxograma da rede sem uso do Protocolo STP



Fonte: O autor

Com base na figura 12 foi feito a análise e a configuração do protocolo escolhido para fazer a melhoria da rede, foi utilizado além dos equipamentos já utilizado, acrescentado um roteador e mais um switch, fora as configurações internas feitas através de Vlans, para poder fazer com que a rede funcionasse sem loops ou seja o protocolo *STP* vai fazer com que seja bloqueado um dos caminhos e a comunicação entre os hosts seja apenas por um único caminho e se caso aconteça algum rompimento no cabeamento o protocolo se encarrega de ativar o caminho bloqueado para que não pare as demandas do usuário conforme a figura 13.

Figura 13- Rede com uso do Protocolo STP



Fonte: o autor

A solução para esse problema é eliminar os loops desabilitando alguns enlaces, de forma que sempre exista apenas um caminho entre cada par de estações na rede. Isto se faz com um algoritmo chamado de *Spanning Tree*, e que é implementado pelo protocolo STP *(Spanning Tree Protocol)*, definido na norma IEEE 802.1d. Esse protocolo identifica um *switch* como sendo o nó raiz da rede, e faz com que cada outro *switch* tenha apenas um enlace em direção à raiz. A seleção do nó raiz depende dos identificadores dos *switches*, chamados de *Bridge ID*, e a escolha dos enlaces a serem mantidos depende do custo do caminho até a raiz. O protocolo funciona com o envio periódico de mensagens de configuração, chamadas de *BPDU (Bridge PDU)*, por todos os *switches* da rede. A rede em questão possui uma *VLAN* com cinco *switches*, onde estão configurados o protocolo *STP*, e seis desktops, representando fisicamente três setores de salas diferentes. Um dos *switches* está conectados com roteadores que funcionam como gateways, que apesar de possuírem endereços diferentes estão configurados com o protocolo *STP* ou seja, um mesmo endereço de gateway virtual. Acima há um outro roteador conectado há uma rede diferente.

4.4 Resultados alcançados

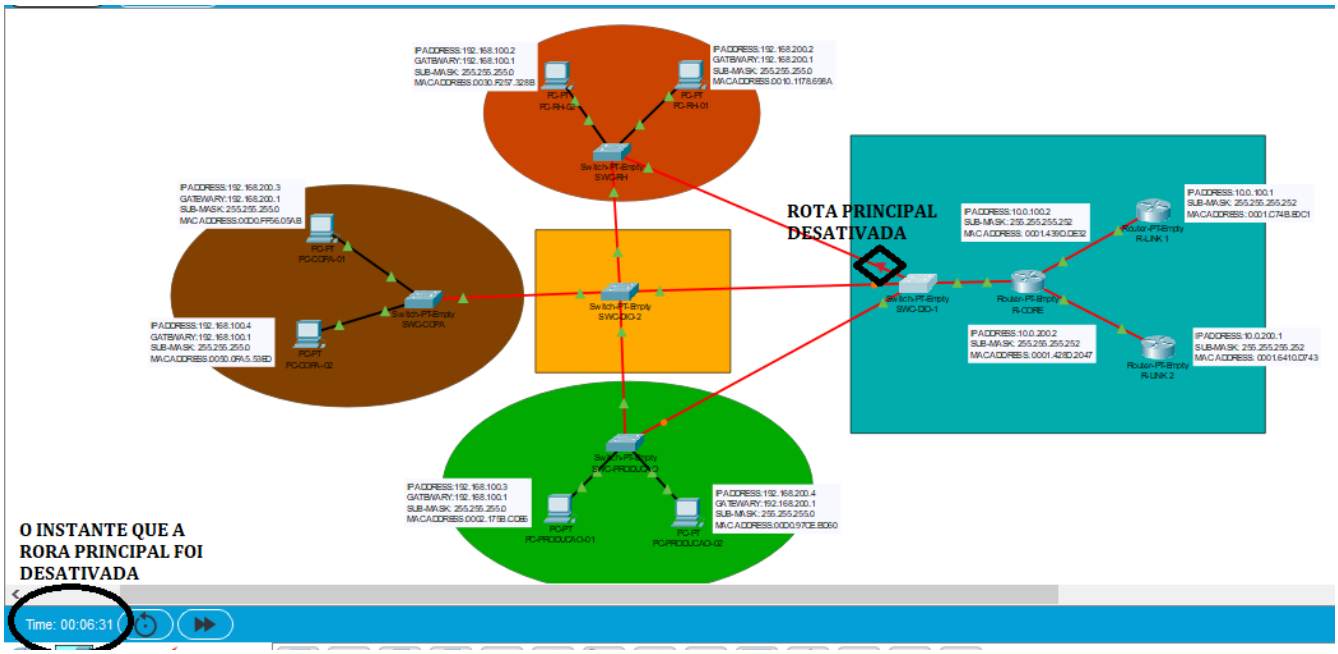
O ambiente é parecido com o da rede de uma pequena empresa, onde funcionários se conectam com um único link que se encontra em um outro local e não podem ficar muito tempo sem acesso ao mesmo, fazendo- se necessária a redundância.

Durante a simulação, o gateway com prioridade será desligado como se houvesse uma falha, e o STP deve entrar em ação, tornando o outro roteador o novo gateway. Será também retirado o caminho nas portas dos switches, para que o protocolo STP abra outra porta de acesso, impedindo que a conexão pare por muito tempo.

E ao analisar a rede foi modificada podemos ver que o protocolo escolhido fez o que esperado, retirando o *loop* da rede e fazendo a convergência e a escolha do melhor caminho no caso de rompimento do cabo da rota principal;

Como base na figura 14 testando a redundância da rede podemos observar que ao desativar a rota principal tem uma duração de aproximadamente 30(trinta) segundos para desabilitar todas as portas e a rede entra em loops até o *STP* designar a nova rota principal do link e leva mais aproximadamente 30(trinta) segundos para ativar a nova portas e a designar rota principal escolhida totalizando aproximadamente 1 (um) minuto para fazer todo o processo.

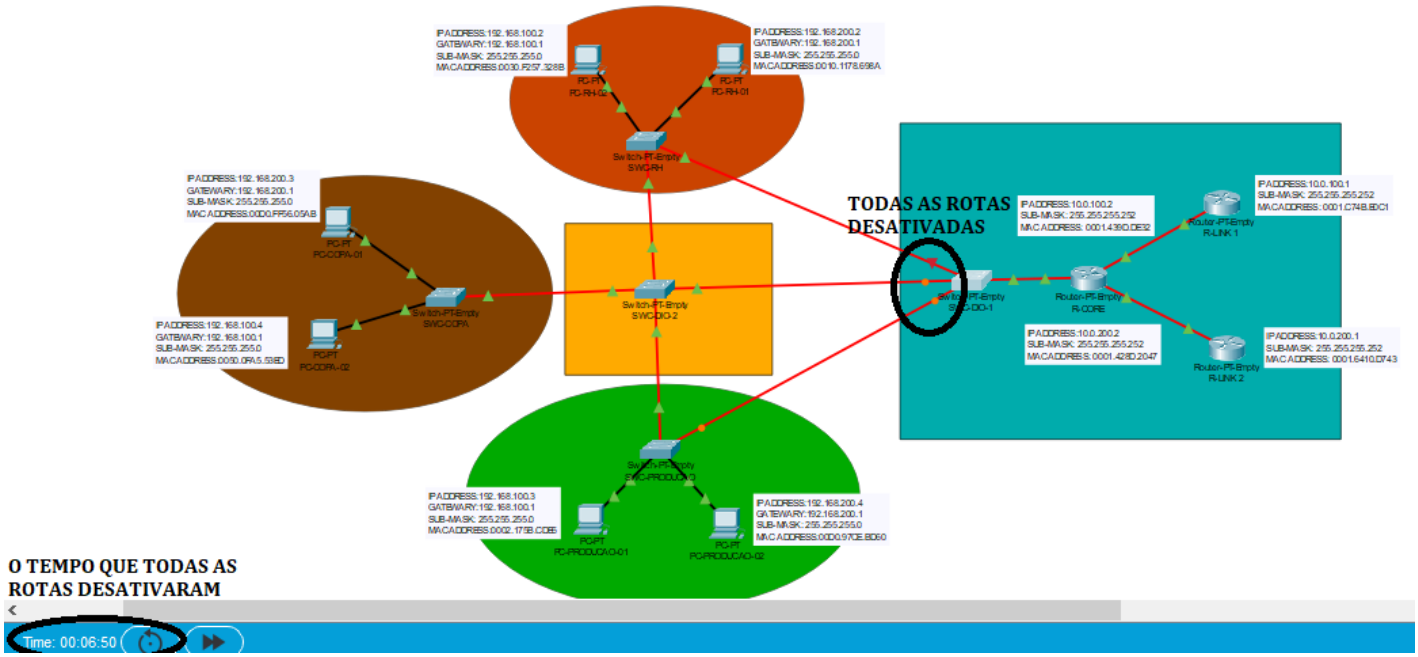
Figura 14-Rota principal do swc-DIO-1 desativada



Fonte: o autor

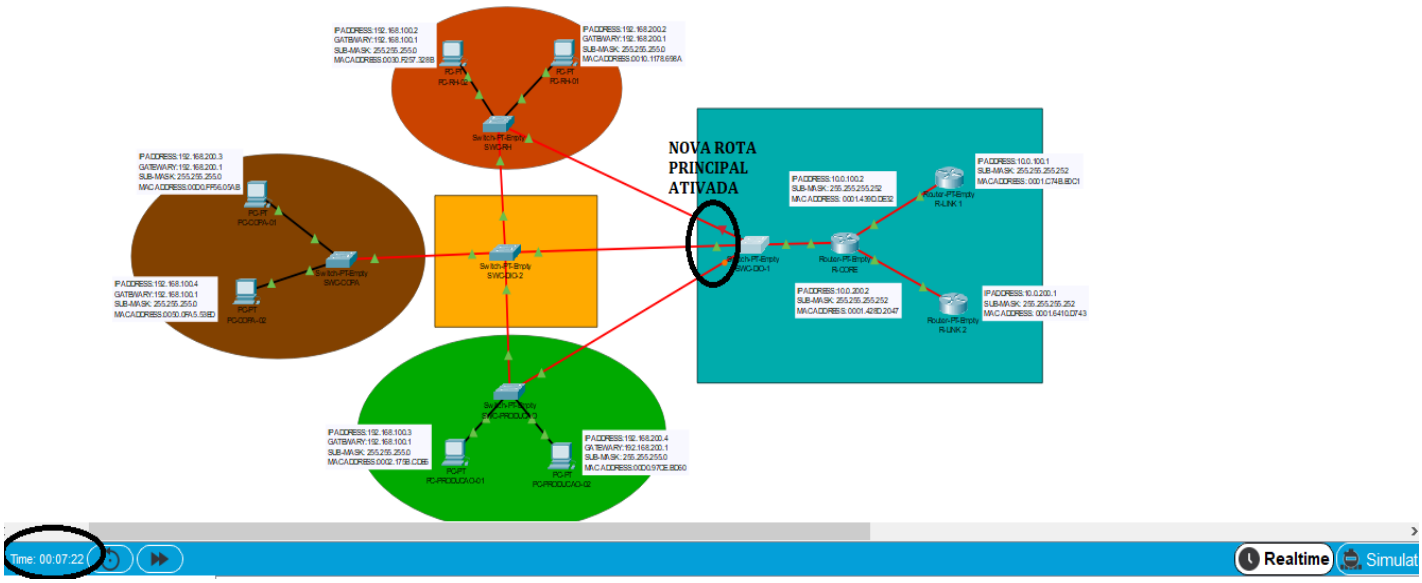
Conforme visto na figura 14 podemos ver que a rota principal foi desativada no tempo de 00:06:31, na figura 15 podemos ver que o tempo que todas as rotas entram em loop e encontrar uma nova rota foi em 00:06:50, já na figura 16 podemos ver o tempo que a rede levou para encontrar uma nova rota principal e fazer a ativação da mesma e com isso fazer com que a rede volte ao seu funcionamento foi no tempo de 00:07:22 totalizando assim aproximadamente 1(um) minuto para fazer todo o processo desejado.

Figura 15-Todas as portas do swc-DIO-1 desativada



Fonte: o autor

Figura 16-A nova rota principal do swc-DIO-1 ativada



Fonte: o autor

Pode se afirmar que o protocolo STP fez o que foi proposto no trabalho, mas com uma demora significativa, mas que podemos melhorar no futuro esse tempo.

4.6 Conclusão

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como o protocolo escolhido pode melhorar a parte de estrutura de rede e desenvolvimento do trabalho dentro de uma empresa. Além disso, a correta utilização de VLANs, em conjunto com o Spanning Tree Protocol em redes que apresentam redundância, trazem ao ambiente redundância de recursos, economia de recursos físicos e eficiência no gerenciamento da rede. Uma atenção especial às VLANs permite uma abstração da rede física de ser executada a nível lógico, gerando uma economia de recursos. Utilização justificável principalmente quando implantado em LANs pertencentes a um grande grupo de redes interconectadas. A redundância traz aos ambientes a garantia de disponibilidade de recursos. Porém, ao implantar essa solução, problemas podem acontecer em nível de enlace de dados. Como apresentado, os loops gerados pelo comportamento em uma rede redundante, podem ser resolvidos com uso de algoritmos que definem dinamicamente uma raiz e executados no nível de enlace de dados e no caso do trabalho apresentado foi o protocolo *STP*.

5 CONCLUSÃO

O projeto surgiu da necessidade de se otimizar a topologia e principalmente o desempenho de uma rede de pequenas empresas. Soluções previamente testadas várias vezes e de diversas maneiras utilizando o software Cisco *Packet Tracer* foram propostas a fim de prover um aumento na disponibilidade e performance da rede.

A prévia análise da rede de uma pequena empresa fictícia demonstrou que a mesma não apresenta redundâncias ao longo de sua topologia. E como é uma rede constantemente usada e de tráfego bastante intenso, muitos problemas podem ocorrer, como é o caso da falha de um switch.

De acordo com esta análise, e considerando graves essas falhas, pois interrompem a rede por um longo tempo, o presente trabalho apresentou uma proposta de solução para o problema de interrupção em cadeia dos serviços dessa pequena empresa: a otimização desta solução pelo *Spanning Tree Protocol.*

O *STP* é um importante protocolo que deve ser implantado em toda rede computacional a fim de otimizar seu tráfego e aumentar seu tempo de operação (*Uptime).*

Oriundos da arquitetura de redes de meio compartilhado, os pacotes de difusão (broadcast) são a principal causa da sobrecarga dos equipamentos de interconexão. Em redes com redundância, eles prejudicam largamente o desempenho desta, pelo fato de que os pacotes trafegam entre os enlaces redundantes indefinidamente.

Para definir a melhor solução a ser adotada, foi realizada uma série de etapas para a pesquisa, análise, teste e viabilização da solução.

Este trabalho trouxe grande contribuição para encontrar uma solução para problemas críticos da rede de pequena empresa. Com isso podemos fazer a alteração do protocolo para utilizar o *RSTP* (*Rapid Spanning Tree)* a fim de melhorar o tempo que o *STP* leva para definir uma nova rota, fazendo a otimização do algoritmo e realizar testes complexos a fim de validar um funcionamento completo do sistema.

A funcionalidade do protocolo *RSTP t*em como objetivo futuro ser implementado por completo, mas otimizações diversas, possíveis de serem feitas em seções de configuração da rede, podendo ser realizadas com mais tempo de projeto. Estas otimizações na rede permitiriam aumentar a velocidade de convergência, além de aumentar sua tolerância a falhas.

Concluindo que com a configuração do *RSTP* a rede vai melhorar sua convergência em até mais ou menos 45% do tempo que ela leva utilizando apenas o *STP*.

6 REFERÊNCIAS

BUNGART, José Wagner. Rede de Computadores: Fundamentos e protocolos. Editora Senai-SP. 1ªEd. 2017.

COSTA, Jeferson. Apostila de Rede de Computadores. ACADEMIA - Accelerating the world's research. São Paulo, 2010.

FRANCISCATTO, Roberto. Redes de computadores / Roberto Franciscatto, Fernando de Cristo, Tiago Perlin. – Frederico Westphalen: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2014. 116 p.: il.; 28 cm. ISBN: 978-85-63573-46-9.

GOMES, Daniel Cardoso. Proposta de Otimização do Tráfego da Rede da Universidade Federal de Lavras utilizando Spanning Tree Protocol. Monografia de Graduação em Ciências da Computação. Universidade Federal de Lavras. Lavras – Minas Gerais, 2005. 103f.

LIMA, Raiela Quirino; OLIVEIRA, Rômulo Nunes de. Utilizando o Spanning Tree Protocol como uma estratégia para o melhoramento de rede do campus. Anais do XII Encontro Anual de Tecnologia da Informação – EATI, ano 10, nº.2, novembro/2021.

Disponível em: http://anais.eati.info:8080/index.php/2019/article/view/66/63. Acesso em: 07 nov. 2021.

MATOS, Paulo. Redes de Comunicação. Blogspot-PauloMatos. São Paulo, 19 de setembro de 2011. Disponível em: http://paulomatos-gpsi11.blogspot.com/2011/09/redes-de-computadores.html. Acesso em: 20 fev. 2022.

MENDES, Douglas Rocha. Rede de Computadores: teoria e prática. Editora Novatec. 2ª Ed. Revisada e ampliada. 2015.

MENEGOTTO, Francisco A. Expansão de rede Gigabit Ethernet. Monografia de Especialização – XIX Curso de Especialização em Teleinformárica e Redes de Computadores. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2011. 58f.

PETERSON, L.L; DAVIE, B.S. Redes de Computadores: uma abordagem de sistemas / Larry L. Peterson e Bruce S. Davie; [tradução de Multinet Produtos]. 5th ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. ISBN 978-85-352-4897-5

REDE. In: DICIO - Dicionário Online de Português. 2022. Disponível em: https://www.dicio.com.br/rede/. Acesso em: 14 fev. 2022.

SILVA, Vinicius Luis da. Protocolos de proteção Ethernet. Monografia de Graduação em Tecnologia em Segurança da Informação. Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. 2014. 52f.

(KUROSE & ROSS, 2003) KUROSE, James F.; Keith W. ROSS. Rede de computadores e a Internet: uma nova abordagem; Tradução Arlete Simille Marques; revisão técnica Wagner Luiz Zucchi – 1ª Edição – São Paulo : Addison Wesley, 2003.

PRESSMAN, R. S. (1995). Engenharia de Software. Makron Books.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem TopDown. 5 ed., São Paulo. Addison Wesley, 2010.

(STEVENS, 1993) STEVENS, W. Richard. TCP/IP Illustrated Vol.1 – Protocols. Addison-Wesley, 1993.

(TANENBAUM, 1997) TANENBAUM, Andrew S.. Redes de Computadores: tradução [ds 3. ed. original] Insight Serviços de Informática. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

(TORRES, 2001) TORRES, Gabriel. Redes de Computadores Curso Completo – 2001, Axcel Books do Brasil Editora Ltda.

REZENDE D. A.; ABREU A. F. Tecnologia da Informação: Aplicada a Sistemas de Informação Empresariais 3 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

O'BRIEN, J. A. Sistemas de Informação: E as Decisões Gerenciais na Era da Internet. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. J. Redes de Computadores. 5 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HAGEN, S. IPv6 Essentials. 2 ed. O'Reilly Book, United States of America, 2006.

FLORENTINO, A. A. IPv6 na Prática. 1 ed. São Paulo, Coleção Academy, 2012.

LIU, C. DNS and BIND on IPv6. O'Reilly Book, United States of America, 2011.

MOREIRAS, A. M., et al. Técnicas de Transição do IPv4 para o IPv6, 2012. Disponível em: . Acesso em: 23/02/2022.

BUGALLO, A. M. D.; Barros, M. A.;Torres, W. R. Introdução ao DHCP. Disponível em: . Acesso em: 23/02/2022.

SOUZA, Alessandro Goulart de. Spanning Tree Protocol. Trabalho de Conclusão de Curso em Sistemas de Informação. Faculdade UNIMINAS. Uberlândia. 2009. 57f.