



UNIBRA

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA

CURSO DE GRADUAÇÃO TECNÓLOGO EM

REDES DE COMPUTADORES

Gabriel Pyrrho de Alcântara

Matheus Arruda de Lima

Rhautney Micael Alexandre Silva de Lira

ANÁLISE COMPARATIVA DOS ALGORITMOS DE ROTEAMENTO DINAMICO RIP E OSPF ATRAVÉS DO EMULADOR GNS3

RECIFE/2023

Gabriel Pyrrho de Alcântara
Matheus Arruda de Lima
Rhautney Micael Alexandre Silva de Lira

ANÁLISE COMPARATIVA DOS ALGORITMOS DE ROTEAMENTO DINAMICO RIP E OSPF ATRAVÉS DO EMULADOR GNS3

Trabalho Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de tecnólogo em Redes de Computadores.

Professor(a) Orientador(a): Msc Ameliara Freire Santos de Miranda

RECIFE/2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

A347a Alcântara, Gabriel Pyrrho de.
Análise comparativa dos algoritmos de roteamento dinâmico RIP e OSPF através do simulador GNS3 / Gabriel Pyrrho de Alcântara; Matheus Arruda de Lima; Rhautney Micael Alexandre Silva de Lira. - Recife: O Autor, 2023.
19 p.
Orientador(a): MSc. Ameliara Freire Santos de Miranda.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Tecnólogo em Redes de Computadores, 2023.
Inclui Referências.
1. Roteamento. 2. Redes de computadores. 3. OSPF. 4. RIP. I. Lima, Matheus Arruda de. II. Lira, Rhautney Micael Alexandre Silva de. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 004

Gabriel Pyrrho de Alcântara
Matheus Arruda de Lima
Rhautney Micael Alexandre Silva de Lira

ANÁLISE COMPARATIVA DOS ALGORITMOS DE ROTEAMENTO DINAMICO RIP E OSPF ATRAVÉS DO EMULADOR GNS3

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Redes de Computadores, pelo Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, por uma comissão examinadora formada pelos seguintes professores:

Prof.º Msc Ameliara Freire Santos de Miranda
Professor(a) Orientador(a)

Prof.º Titulação Nome do Professor(a)
Professor(a) Examinador(a)

Prof.º Titulação Nome do Professor(a)
Professor(a) Examinador(a)

Recife, ____/____/____
NOTA: _____

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossas profundas gratidões para todos que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso. Sem o apoio e o envolvimento de cada um de vocês, esse projeto não teria sido possível. É com imensa satisfação que dedico este agradecimento às seguintes pessoas:

Primeiramente, gostaria de agradecer nosso orientador, por sua orientação paciente, conhecimento especializado e incansável apoio ao longo deste processo. Sua visão e insights valiosos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos nossos familiares e amigos, que sempre estiveram aos nossos lados, agradecemos por todo o amor, incentivo e encorajamento que nos deram ao longo dessa jornada acadêmica.

Também gostaríamos de expressar nossas gratidões aos professores e colegas que compartilharam seus conhecimentos e experiências ao longo do curso. Suas contribuições enriqueceram nossas compreensões do assunto e despertaram nossos interesses em explorar novas ideias.

Por fim, gostaríamos de agradecer a todos os participantes desta pesquisa, cuja colaboração e contribuição foram inestimáveis. Sem o seu envolvimento e disposição em compartilhar suas experiências, este estudo não teria sido tão completo e significativo.

Este trabalho é o resultado de um esforço coletivo e o reconhecimento vai para todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para sua conclusão. Mais uma vez, nossos sinceros agradecimentos a todos que fizeram parte desta jornada acadêmica e nos ajudaram a alcançar este importante marco.

Muito obrigado!

*“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa. Todos
nós ignoramos alguma coisa. Por isso
aprendemos sempre.”
(Paulo Freire)*

Lista de ilustrações

Figura 1 - Custo da rede por estado de link.....	20
Figura 2 - Formação da tabela de roteamento.....	20
Figura 3 - Sistema autonomo.....	21
Figura 4 - Representação gráfica da figura 3.....	22
Figura 5 - Roteador Cisco 3725.....	24
Figura 6 - Computador do GNS3.....	24
Figura 7 - Topologia da rede.....	25
Figura 8 - Atraso com o protocolo RIP.....	26
Figura 9 - Atraso com o protocolo OSPF.....	26
Figura 10 - Bloqueio na rede.....	27
Figura 11 - Tempo de convergência RIP.....	28
Figura 12 - Tempo de convergência OSPF.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da simulação fim-a-fim	28
Tabela 2 - Resultados da simulação do tempo de convergência	29
Tabela 3 - Comparação RIP x OSPF	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BB	<i>Backbone</i>
BPS	<i>Bits per second</i>
DV	<i>Distance Vector</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
KB	<i>Kilobyte</i>
MS	<i>Milissegundos</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
PDU	<i>Protocol Data Unit</i>
RIP	<i>Routing Information Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO	14
1.1.1 OBJETIVOS GERAIS	14
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.2 METODOLOGIA	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 GNS3.....	16
2.2 ROTEAMENTO POR DISTÂNCIA DE VETOR	16
2.2.1 RIP	17
2.3 ROTEAMENTO POR LINK STATE (LS)	19
2.3.1 OSPF.....	20
3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	23
3.1 CONFIGURAÇÃO DA TOPOLOGIA	23
3.2 SIMULAÇÃO DO ATRASO FIM-A-FIM.....	25
3.3 SIMULAÇÃO DO TEMPO DE CONVERGÊNCIA	26
4 RESULTADOS.....	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	32

ANÁLISE DE DESEMPENHO DOS ALGORITMOS DE ROTEAMENTO DINAMICO RIP E OSPF

Gabriel Pyrrho de Alcântara

Matheus Arruda de Lima

Rhautney Micael Alexandre Silva de Lira

Ameliara Freire Santos de Miranda

RESUMO

O presente trabalho objetiva-se um estudo comparativo do comportamento de redes de computadores submetidas aos protocolos de roteamento RIP e OSPF. Os protocolos de roteamento dinâmico representam hoje uma das bases que garante o bom funcionamento das redes de dados endereçadas pelo protocolo IP. Tais protocolos asseguram o funcionamento de redes de grande porte, assim como de interconexões de redes, e da internet, e possibilitam a administração destas redes. As implementações destes protocolos foram feitas no software **(GNS3)** para obter-se os resultados sobre a capacidade e a viabilidade dos mesmos.

Tais protocolos utilizam formas de estabelecimento de caminhos distintos, o RIP utiliza o algoritmo de vetor de distâncias, que utiliza a contagem do caminho mais curto para estabelecimento da rota na qual os pacotes deverão ser enviados, sendo limitado por 15 “saltos”. Enquanto o OSPF utiliza o algoritmo de estado de link, que utiliza a verificação do estado do link obtendo informações sobre a largura de banda para encaminhar os pacotes pelo caminho que possuir a maior largura de banda.

Através das simulações dos dois protocolos, foram obtidos os valores referentes ao atraso fim-a-fim e o tempo de convergência de cada protocolo para análise. Com os resultados obtidos, pôde-se observar que em redes mais simples o RIP apresenta uma funcionalidade semelhante ao OSPF. Porém ao tratar-se de redes maiores e mais complexas o OSPF demonstrou ser mais eficiente, apresentando um menor tempo para convergência e um menor tempo de atraso na entrega dos pacotes.

Palavras-chave: Roteamento, Redes de Computadores, OSPF, RIP

ABSTRACT

The present work aims to a comparative study of the behavior of computer networks subjected to the RIP and OSPF routing protocols. Dynamic routing protocols represent today one of the foundations that ensure the proper functioning of IP-addressed data networks. Such protocols ensure the operation of large networks, as well as network interconnections and the internet, and enable the management of these networks. The implementations of these protocols were done in the software (GNS3) to obtain results on their capacity and feasibility.

These protocols use different path establishment methods. RIP uses the distance vector algorithm, which counts the shortest path to establish the route through which packets should be sent, limited to 15 "hops". Meanwhile, OSPF uses the link-state algorithm, which checks the state of the link and obtains information about the bandwidth to route packets through the path with the highest bandwidth.

Through the simulations of the two protocols, values related to end-to-end delay and convergence time for each protocol were obtained for analysis. From the obtained results, it was observed that in simpler networks, RIP shows functionality similar to OSPF. However, when dealing with larger and more complex networks, OSPF proved to be more efficient, demonstrating shorter convergence time and lower packet delivery delay.

Keywords: Routing, Computer Networks, OSPF, RIP.

1 INTRODUÇÃO

Com a popularização da internet e avanço na tecnologia, cresceu-se o número de pessoas que se conectam às redes e conseqüentemente aumentou-se a quantidade de dispositivos conectados, resultando em redes cada vez maiores. Com este crescimento tornaram-se cada vez mais complexas tornando difícil a configuração e administração. (USO DA INTERNET NO BRASIL CRESCE, E CHEGA A 81% DA POPULAÇÃO, G1, 2021).

O roteamento estático é uma abordagem de roteamento em que os caminhos para destinos específicos são configurados manualmente pelos administradores de rede. Os roteadores são programados com rotas estáticas que indicam os próximos saltos para alcançar determinados destinos. Essas rotas permanecem inalteradas, a menos que sejam modificadas manualmente pelos administradores da rede. O roteamento estático é simples de implementar e é comumente usado em redes pequenas ou em cenários onde a topologia da rede é estável e não sofre alterações frequentes. (KUROSE, J. F., & Ross, K. W. 2021).

O problema do roteamento estático é que ele não se adapta a mudanças na topologia da rede, como falhas de dispositivos de rede, novos dispositivos de rede ou novos links. Quando ocorre uma mudança na topologia da rede, a configuração de roteamento estática pode levar a pacotes sendo encaminhados por rotas ineficientes ou até mesmo perdidos. Isso pode levar a problemas de desempenho e tempo de inatividade na rede. Para lidar com essas situações, o roteamento dinâmico é geralmente preferido, pois os roteadores são capazes de se adaptar às mudanças na rede automaticamente. (TANENBAUM, A. S., Wetherall, D. J., & Davie, B. S. 2018).

O roteamento dinâmico possui um grande papel na tomada de decisão tomado pelo datagrama de forma automática entre a origem e o destino. Toda vez que houver uma mudança na Internet, por exemplo, o desligamento de um roteador ou a quebra de um enlace, os protocolos de roteamento dinâmico atualizam automaticamente todas as tabelas nos roteadores (e, eventualmente, no host). Os roteadores em uma grande rede, como a Internet, precisam ser atualizados de forma dinâmica para a entrega eficiente dos pacotes IP. (KUROSE, J. F., & Ross, K. W. 2021).

Tais protocolos são utilizados em redes sob um mesmo domínio administrativo, visando a escolha do protocolo mais adequado a cada projeto de redes, levando em

conta as características de utilização da rede, o desempenho e as vantagens e desvantagens para a administração de redes roteadas dinamicamente. Os protocolos que serão abordados neste trabalho são os protocolos internos Routing Information Protocol (RIP) e Open Shortest Path First (OSPF). (FOROUZAN, B. A. 2017).

1.1 OBJETIVO

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

Este projeto de Pesquisa, foi elaborado com o intuito de realizar a análise comparativa entre os protocolos de roteamento dinâmico RIP e OSPF, sendo aplicados em um ambiente de simulação, para através dos resultados obter-se qual o mais adequado a ser utilizado, dependendo do ambiente e da complexidade da rede com vistas a demonstrar qual protocolo é mais adequado para os tipos de rede. Com tal objetivo faz-se necessário um protocolo de roteamento que seja capaz de fornecer o tráfego de pacotes entre todos os hosts de forma eficaz e que possibilite uma implementação e gerenciamento mais viável para o administrador, além de garantir a comunicação entre todas as redes com um grau de confiabilidade elevado.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O propósito desta pesquisa será alcançado com base em métricas objetivas, tais como a média de atraso no envio de pacotes, o tempo necessário para a convergência da rede em caso de falhas, e o custo de implementação, visando determinar qual protocolo é mais eficiente em utilizar os recursos do roteador e da largura de banda disponíveis. Além disso, a escalabilidade dos protocolos e o nível de complexidade envolvido na sua implementação também serão avaliados. O objetivo é fornecer informações relevantes para a tomada de decisão na escolha do protocolo mais adequado para cada ambiente de rede.

1.2 METODOLOGIA

A construção deste projeto foi dividida em duas etapas, a primeira parte consistiu na pesquisa dos assuntos referentes ao tema para obter-se e aumentar o conhecimento sobre o assunto, por meio de revisões bibliográficas.

Na segunda parte foi configurada uma topologia para realizar uma simulação que foi realizada com o uso de uma ferramenta de emulação chamada de GNS3. Esta rede foi montada utilizando 17 roteadores Cisco 3725 para o roteamento e 2 computadores para a comunicação.

Após a conclusão da montagem da topologia, procedeu-se ao endereçamento dos computadores e roteadores, utilizando o padrão de rede IP e sub-rede "192.168.X.X/24" com o objetivo de simplificar a simulação e organizar o trabalho. Com a rede devidamente configurada e os endereços IP atribuídos às interfaces dos equipamentos, adicionou-se a configuração do protocolo RIP e, posteriormente, configurou-se o OSPF em uma cópia adicional da topologia para fins de comparação.

Com essa abordagem, tornou-se possível iniciar uma simulação simultânea de pacotes em uma rede com protocolo RIP e outra com protocolo OSPF. Isso permitiu a obtenção do valor de atraso fim-a-fim para cada caso de forma isolada. Após isso, uma queda na rota vista como principal foi realizada, fazendo com que a rede atualize as informações de suas rotas, determinando um novo caminho de menor custo, o tempo necessário para que cada protocolo realize essa atualização foi analisado.

Por fim, com a simulação realizada, foram coletados os valores obtidos a partir dos testes para a análise do que eles representam. Assim tornou-se possível realizar as comparações para a conclusão do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GNS3

O software GNS3 (Graphical Network Simulator-3) trata-se de um software de código aberto e gratuito com a principal finalidade de emular, configurar, testar e solucionar problemas em redes virtuais e reais. Com o GNS3, você pode executar

uma topologia de rede que inclui diversos dispositivos, como servidores, roteadores e switches, tudo em uma única máquina. Essa ferramenta oferece uma solução flexível e eficiente para a criação e simulação de redes complexas, permitindo aos usuários explorar e experimentar diferentes configurações e cenários de rede de forma prática e intuitiva. O GNS3 é amplamente utilizado por profissionais de redes, estudantes e entusiastas da área, contribuindo para o aprimoramento de habilidades e o aprofundamento do conhecimento em redes de computadores. (SILVA, 2021)

2.2 ROTEAMENTO POR DISTÂNCIA DE VETOR

O algoritmo Distance Vector é um algoritmo de roteamento que permite que os nós de uma rede de computadores comuniquem-se entre si para determinar o caminho mais curto para enviar pacotes de dados. Ele se baseia em dois conceitos fundamentais: a distância e o vetor. A distância representa a quantidade de saltos necessários para chegar a um determinado destino, enquanto o vetor é a direção do próximo salto. (TANENBAUM, A. S., Wetherall, D. J., & Davie, B. S. 2018).

O funcionamento do algoritmo Distance Vector é bastante simples. Cada nó da rede possui uma tabela de roteamento que contém as informações sobre o caminho mais curto para cada destino conhecido. Essas informações são atualizadas periodicamente através da troca de mensagens entre os nós vizinhos. Cada nó envia para seus vizinhos sua tabela de roteamento atualizada, que contém informações sobre os destinos e as distâncias conhecidas. Os nós vizinhos utilizam essas informações para atualizar suas próprias tabelas de roteamento e repassar as informações para os seus próprios vizinhos. Esse processo continua até que todos os nós da rede tenham as informações atualizadas. (TANENBAUM, A. S., Wetherall, D. J., & Davie, B. S. 2018).

O algoritmo Distance Vector foi criado na década de 1960 e é amplamente utilizado em redes de computadores até hoje. Algumas das implementações mais conhecidas do algoritmo incluem o Routing Information Protocol (RIP) e o Interior Gateway Routing Protocol (IGRP). (Kurose, 2017)

2.2.1 RIP

O RIP é um protocolo de roteamento vetor-distância, que utiliza o algoritmo Bellman-Ford para calcular as rotas entre os nós da rede. Ele é um protocolo simples e fácil de configurar, mas é limitado em termos de escalabilidade e convergência. O OSPF, por sua vez, é um protocolo de roteamento estado-de-enlace, que utiliza o algoritmo Dijkstra para calcular as rotas. Ele é mais complexo que o RIP, mas oferece maior escalabilidade e convergência, além de permitir a definição de diferentes métricas de roteamento. (James F. Kurose e Keith W. Ross, 2020)

De acordo com Tanenbaum (2016), o RIP foi desenvolvido na década de 1980 pela Digital Equipment Corporation (DEC) e é um dos protocolos mais simples de roteamento. Ele usa uma tabela de roteamento para determinar o caminho mais curto para cada destino na rede. Essa tabela de roteamento é atualizada periodicamente por meio de atualizações de roteamento enviadas por roteadores vizinhos. Cada atualização de roteamento contém informações sobre as redes que o roteador conhece e as distâncias até essas redes. Os roteadores usam essas informações para atualizar suas próprias tabelas de roteamento. (TANENBAUM, Andrew S, 2016)

Para atualizar a tabela de roteamento, os roteadores RIP enviam mensagens de atualização a cada 30 segundos (por padrão). Essas mensagens contêm informações sobre as redes conhecidas pelo roteador e a distância até essas redes. Os roteadores vizinhos trocam essas mensagens para manter suas próprias tabelas de roteamento atualizadas. O RIP também possui um mecanismo de limitação de contagem de saltos (hops), que limita o número de saltos permitidos para alcançar um destino. Isso evita que pacotes de dados sejam roteados por caminhos muito longos, o que pode causar congestionamento na rede. (Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. 2011)

RIPv1 e RIPv2, RIPv1 (Protocolo de Informação de Roteamento Versão 1) e RIPv2 (Protocolo de Informação de Roteamento Versão 2) são dois protocolos de roteamento de vetor de distância usados para rotear dados em redes IP. No entanto, existem algumas diferenças entre os dois protocolos. (Kurose, JF e Ross, KW (2017).

Roteamento classful e classless: RIPv1 é um protocolo de roteamento classfull, o que significa que ele só suporta o uso de endereços de rede classful. RIPv2, por outro lado, é um protocolo de roteamento classless, o que significa que ele suporta o uso de endereços de rede classful e classless

- Limitação de contagem de saltos: tanto o RIPv1 quanto o RIPv2 usam a contagem de saltos como a métrica para determinar o melhor caminho para

uma rede de destino. No entanto, o RIPv1 é limitado a um máximo de 15 saltos, enquanto o RIPv2 suporta um máximo de 255 saltos.

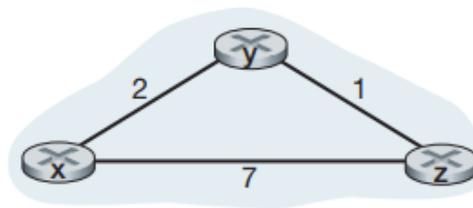
- Autenticação: o RIPv1 não suporta autenticação, o que o torna vulnerável a ataques como spoofing de rota. O RIPv2, por outro lado, suporta autenticação usando MD5 ou SHA1.
- Suporte a multicast: o RIPv1 usa mensagens de broadcast para enviar atualizações de roteamento, o que pode causar congestionamento em redes grandes. O RIPv2 suporta o uso de mensagens multicast, o que reduz o tráfego de rede e melhora a eficiência.
- Suporte a máscaras de sub-rede: o RIPv1 envia apenas o endereço da rede em suas atualizações de roteamento, o que significa que ele assume que todas as redes estão usando a mesma máscara de sub-rede. O RIPv2 envia tanto o endereço da rede quanto a máscara de sub-rede em suas atualizações, o que o torna mais flexível e eficiente.

Em resumo, o RIPv2 oferece várias melhorias em relação ao RIPv1, incluindo suporte a endereçamento classless, limites mais altos de contagem de saltos, autenticação, suporte a multicast e suporte mais flexível a máscaras de sub-rede. Como resultado, o RIPv2 é geralmente considerado uma escolha melhor para redes IP modernas. (Kurose, JF e Ross, KW (2017)).

2.3 ROTEAMENTO POR LINK STATE (LS)

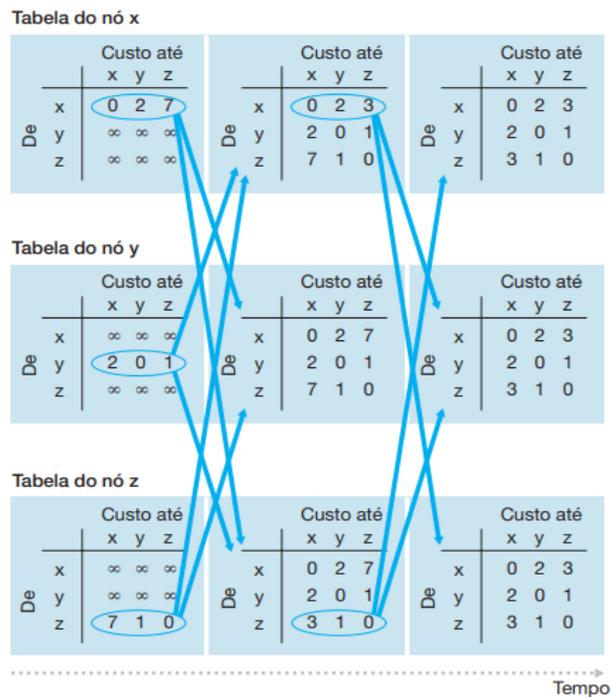
Em um algoritmo baseado em estado de enlace, tanto a topologia da rede quanto os custos de cada enlace são conhecidos e disponibilizados como dados para o algoritmo. Para alcançar isso na prática, cada nó da rede envia pacotes de estado de enlace para todos os outros nós, incluindo as identidades e custos dos enlaces conectados a ele. As **figuras 1 e 2** demonstram um exemplo de custo e a formação de uma tabela de roteamento que foi formada utilizando este tipo de protocolo. (KUROSE; ROSS, 2014, p. 271).

Figura 1 - Custo da rede por estado de link



Fonte: KUROSE; ROSS, 2014

Figura 2 - Formação da tabela de roteamento



Fonte: KUROSE; ROSS, 2014

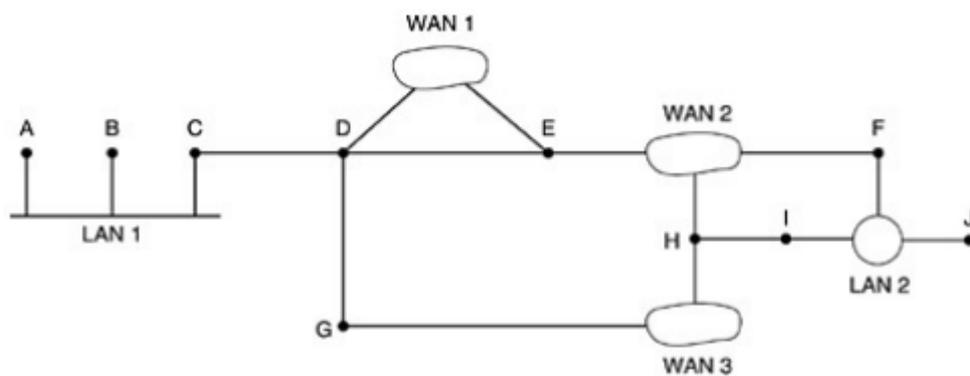
Quando o algoritmo de LS finaliza a convergência, haverá, para cada nó de destino um caminho com menor custo, assim poderá ser construído tráfego de informação a partir de qualquer ponto da rede para qualquer destino. (KUROSE; ROSS, 2014)

2.3.1 OSPF

O OSPF foi desenvolvido para ser o sucessor do RIP e com isto foi estabelecido uma série de características avançadas. Em sua essência, é um protocolo baseado em estado de enlace que combina a técnica de inundação de informação de estado de enlace com o algoritmo de caminho de menor custo de Dijkstra. Ao utilizar o OSPF,

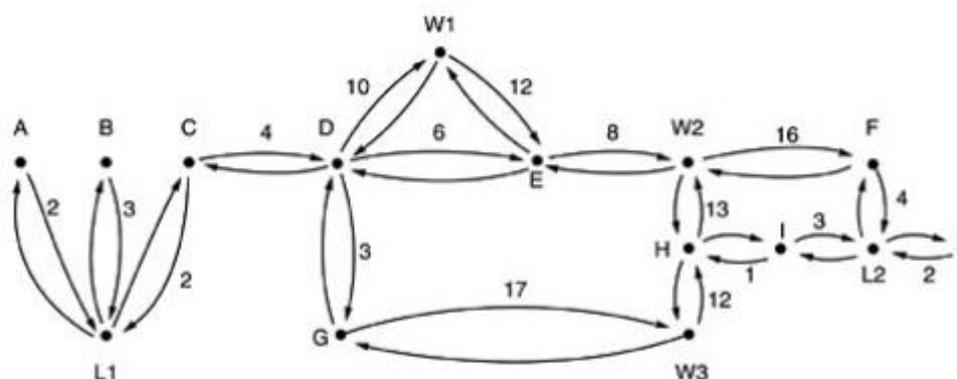
um roteador é capaz de construir um mapa topológico completo de todo o sistema autônomo, formando um grafo. O roteador então executa localmente o algoritmo do caminho mais curto de Dijkstra, a fim de determinar a árvore de caminho mais curto para todas as sub-redes, onde ele próprio é o nó raiz. Vale ressaltar que os custos dos enlaces individuais são configurados pelo administrador da rede. (KUROSE; ROSS, 2014, p. 286).

Figura 3 - Sistema autônomo



Fonte: Andrew S.Tanenbaum, 2002

Figura 4 - Representação gráfica da figura 3



Fonte: Andrew S.Tanenbaum, 2002

A **figura 4** demonstra a representação gráfica da rede da **figura 3**. Os pesos são simétricos, a menos que esteja indicado algo em contrário. “O que o OSPF faz fundamentalmente é representar a rede real como um grafo e, em seguida, calcular o caminho mais curto de cada roteador para cada outro roteador”. (S. TANENBAUM, 2002, p. 352)

Segundo Das Neves e Torres (2005) o protocolo OSPF possui pacotes que são transmitidos entre os nós da rede, são eles: HELLO, Database Description, Link State Request, Link State Update e Link State Acknowledgement

- O pacote HELLO é enviado de forma periódica para todas as interfaces em que possam estabelecer e manter as conexões entre os vizinhos.
- O pacote Database Description é enviado quando uma adjacência começa a formar-se, havendo como conteúdo a descrição da base de dados da topologia, podendo-se haver a necessidade do envio de mais de um pacote.
- O pacote Link State Request é enviado após ter recebido a base de dados da rede e ter encontrado partes da topologia obsoleta, são enviados para atualização da própria base de dados.
- O pacote Link State Update implementa a distribuição dos estados de links, cada pacote carrega consigo uma coleção de informações sobre o estado de link de um salto além de sua origem. Com isso muitas publicações de estado de link podem estar inseridas em um único pacote.
- O pacote Link State Acknowledgement é enviado para confirmação dos pacotes de estado de link que foram trocados.

É possível configurar hierarquicamente um sistema autônomo OSPF em áreas. Cada área possui seu próprio algoritmo de roteamento de estado de enlace OSPF, e cada roteador dentro de uma área transmite seu estado de enlace para todos os outros roteadores daquela mesma área, por meio de difusão. Em cada área, um ou mais roteadores de borda de área são responsáveis por encaminhar os pacotes para fora da área. Por fim, é necessário configurar uma única área OSPF no sistema autônomo para ser a área de backbone. (KUROSE; ROSS, 2014, p. 288)

Por padrão, os pacotes OSPF trocados entre roteadores não são autenticados e, portanto, poderiam ser facilmente forjados. Para evitar esse tipo de problema, existem duas opções de autenticação disponíveis: autenticação simples e autenticação MD5.

Com a autenticação simples, a mesma senha é configurada em todos os roteadores, o que significa que quando um roteador envia um pacote OSPF, a senha é incluída em texto claro (não criptografado). Isso torna a autenticação simples, insegura e vulnerável a ataques maliciosos. Para aumentar a segurança, é possível usar a autenticação MD5, que é baseada em chaves secretas compartilhadas que são configuradas em todos os roteadores. Cada vez que um roteador envia um pacote OSPF, ele calcula o hash MD5 do conteúdo do pacote adicionado à chave secreta. Em seguida, o valor de hash resultante é incluído no pacote OSPF. Ao receber o pacote, o roteador receptor usa a mesma chave secreta para calcular o hash MD5 do pacote recebido e o compara com o valor de hash incluído no pacote. Se o valor de hash coincidir, o pacote é autenticado com sucesso. Além disso, a autenticação MD5 utiliza números de sequência para proteger contra ataques por reenvio. Isso significa que, para cada pacote OSPF enviado, um número de sequência é gerado e incluído no pacote. O receptor verifica se o número de sequência recebido é maior do que o número de sequência anterior, evitando assim que pacotes antigos sejam enviados. Em resumo, a autenticação MD5 é uma forma segura de proteger a rede contra ataques maliciosos. Ela usa chaves secretas compartilhadas e números de sequência para garantir que os pacotes OSPF sejam autenticados corretamente. (KUROSE; ROSS, 2014, p. 287).

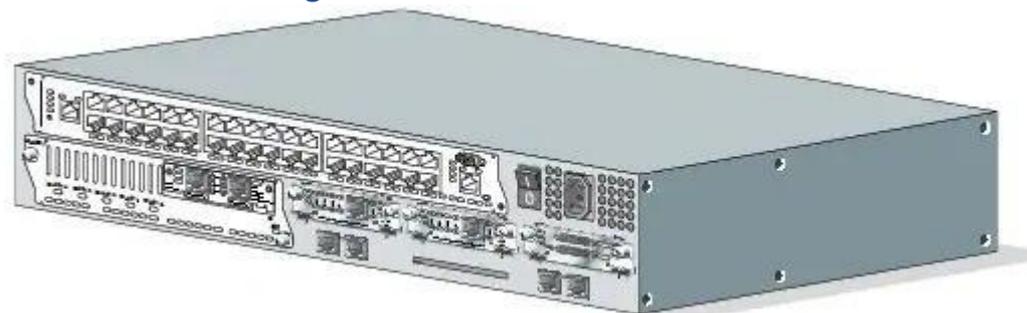
3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

3.1 CONFIGURAÇÃO DA TOPOLOGIA

Para a confecção da topologia e utilização do ambiente para testes foi utilizado o GNS3 na versão 2.2.39, a rede foi construída com a inclusão de 17 roteadores Cisco através da imagem do roteador Cisco 3725, este modelo foi configurado com quatro portas FastEthernet para possibilitar as conexões necessárias entre os roteadores.

As conexões foram implementadas da seguinte forma, no slot 0 com GT96100-FE que possui duas portas, no slot 1 com NM-1FE-TX que possui uma porta e no slot 2 com outra NM-FE-TX com outra porta, totalizando assim as 4 portas FastEthernet que serão utilizadas.

Figura 5 - Roteador Cisco 3725



Fonte: Cisco, 2003

Posteriormente, foi adicionado dois computadores para realizar a comunicação por meio dos tais hosts, que estão demonstrados pela **figura 6**.

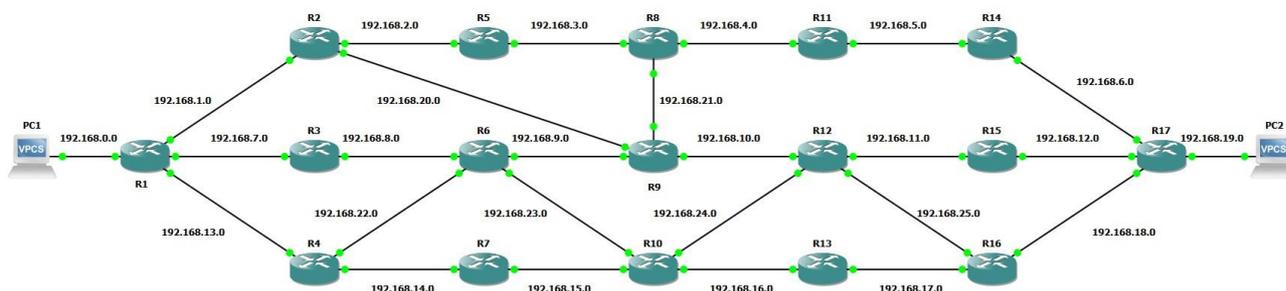
Figura 6 - Computador do GNS3



Fonte: GNS3

A topologia foi desenvolvida com a quantidade padrão de 7 saltos, com exceção de um outro caminho com menor distância, possibilitando assim um custo de 6 saltos, para que haja uma preferência inicial na determinação da rota. Tal caminho de custo menor foi utilizado para haver a obtenção do tempo de convergência, que será demonstrada mais adiante. A **figura 7** demonstra a como a topologia foi confeccionada.

Figura 7 - Topologia da rede



Fonte: Autor, 2023

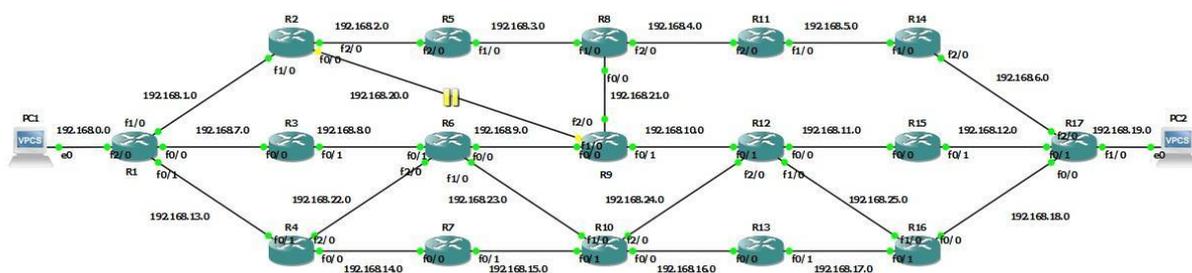
Após ser concluída a construção da topologia, foi realizado o endereçamento IP dos hosts, para ser possível a identificação, comunicação e configuração dos dispositivos na rede. O endereço de rede foi estabelecido com o formato 192.168.X.X com máscara de sub-rede /24 em todos os hosts da rede, conforme mostra a **figura 7**. Posteriormente as interfaces FastEthernet de todos os roteadores foram configuradas com enlaces de 100 Mbps e timeout de 2 segundos para poder haver a determinação do atraso fim-a-fim, tempo de convergência e taxa de transferência.

Após isso, com as configurações IP já configurados em cada interface dos hosts, foi configurado o protocolo de roteamento RIP e em seguida em uma cópia da topologia foi realizada a configuração do OSPF, para ser possível realizar uma simulação de envio de pacotes simultânea em ambos protocolos.

3.3 SIMULAÇÃO DO TEMPO DE CONVERGÊNCIA

A simulação para a obtenção do tempo de convergência foi iniciada primeiramente com o envio de *pings* com 300 repetições de 100 bytes e com timeout de 2 segundos do Roteador 1 ao *Computador 2* novamente. Após isso, durante as repetições, foi realizado o bloqueio do caminho preferencial de 4 saltos, desligando a interface FastEthernet 0/1 do Roteador 11 como mostra a **Figura 10** a seguir.

Figura 10 - Bloqueio na rede



Fonte: Autor, 2023

Após o bloqueio ser realizado, cada protocolo teve que realizar uma busca por um novo caminho para realizar o encaminhamento até o destino, cada um seguindo as características do seu protocolo. Neste intervalo de estabelecer um novo caminho e atualização das tabelas de roteamento, os pacotes continuam sendo enviados, porém não logo são perdidos, por não haver um caminho disponível até o destino. Logo após ser estabelecido um novo caminho os pacotes são entregues com sucesso ao destinatário.

O tempo de convergência será calculado a partir do número de pacotes perdidos multiplicado pelo *timeout*. Como o *timeout* foi estabelecido em 2 segundos o tempo necessário para haver a convergência será o número de pacotes perdidos multiplicado por 2.

4 RESULTADOS

Percebe-se que as **figuras 8 e 9** demonstram que o tempo percorrido pelo pacote da origem até o destino está incluso a ida e a volta (round-trip). Com isso, o atraso fim-a-fim médio das 300 repetições é cerca da metade da média do valor de round-trip, como apresentado na tabela 1

Tabela 1 - Resultado da simulação fim-a-fim

Protocolo de roteamento	Média do atraso fim-a-fim (ms)
RIP	87,5
OSPF	73

Foram obtidos a partir da observação das **figuras 11 e 12** os resultados da **Tabela 2**, que mostram que o roteamento RIP apresentou uma perda de pacotes maior em comparação ao OSPF. Utilizando o número de pacotes perdidos multiplicado pelo tempo de timeout de 2 segundos configurado na rede, é possível obter os resultados aproximados mencionados na **tabela 2**.

Tabela 2 - Resultados da simulação do tempo de convergência

Protocolos de Roteamento	Pacotes Recebidos	pacotes perdidos	tempo de convergência (s)
RIP	150	150	300
OSPF	181	119	238

Tabela 3 - Comparação RIP x OSPF

Parâmetros	RIP	OSPF
métrica de roteamento	Usa a métrica de contagem de saltos (número de saltos entre os roteadores) para determinar a melhor rota. A distância máxima suportada é 15 saltos,	Utiliza a métrica de custo de caminho (geralmente baseada na largura de banda) para determinar a melhor rota. Isso permite uma seleção mais precisa e flexível da rota com base em métricas específicas.

	limitando o tamanho da rede.	
escalabilidade	É mais adequado para redes menores devido à sua abordagem de vetor de distância e a métrica de contagem de saltos. Não é eficiente em redes grandes ou complexas.	É altamente escalável e pode ser usado em redes grandes e complexas. Ele divide a rede em áreas, o que melhora a escalabilidade e a eficiência do roteamento
convergência	Possui uma convergência mais lenta, pois leva algum tempo para as tabelas de roteamento serem atualizadas devido à troca de atualizações periódicas.	Tem uma convergência mais rápida, pois utiliza a troca de pacotes de estado de enlace para detectar mudanças na topologia da rede e atualizar as tabelas de roteamento de forma mais eficiente.
suporte a recursos	A versão RIP v1 não suporta roteamento com base em sub-redes (VLSM) e autenticação. O RIP v2 oferece suporte a esses recursos, além de suportar troca de informações de roteamento multicast.	Suporta roteamento com base em sub-redes, autenticação, roteamento hierárquico e carregamento de tráfego. Também pode ser configurado para suportar vários caminhos (equal-cost multipath) para o mesmo destino
Overhead de tráfego:	Gera mais tráfego de atualização devido à sua abordagem de envio periódico de informações de roteamento.	Gera menos tráfego de atualização devido ao uso de pacotes de estado de enlace que são enviados apenas quando ocorrem alterações na rede.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados na **tabela 1**, pode-se perceber que o atraso da topologia com o protocolo de roteamento OSPF tem uma média de atraso menor do que a rede com o protocolo de roteamento RIP.

Analisando os dados informados pela **tabela 2**, é possível constatar que o tempo de convergência do roteamento OSPF é consideravelmente menor em comparação ao tempo de convergência do RIP.

A **tabela 3** demonstra uma comparação entre o RIP e o OSPF de modo geral, demonstrando as principais características de cada protocolo e as suas peculiaridades.

Após realizados todos os testes segundo os parâmetros e a topologia definida neste trabalho. O protocolo OSPF teve uma ligeira vantagem em comparação com RIP em todos os testes

O protocolo dinâmico RIP possui um limite de custo de 15 saltos, com isso é inviável a utilização do mesmo em uma rede de grande porte, porém em uma rede que não ultrapasse esta limitação, o mesmo apresenta uma baixa necessidade de recursos do host para a implementação, reduzindo assim o custo de instalação, e em comparação com o OSPF em uma rede pequena, não será notável muita diferença.

O protocolo dinâmico OSPF não possui um limite de saltos, proporcionando assim a utilização do mesmo em redes de médio e grande porte, além de possibilitar o envio dos pacotes por mais de uma rota, resultando em um menor tempo para a transferências dos pacotes pela rede. O contraposto deste protocolo é que o mesmo necessita de uma maior necessidade de recursos de hardware para ser implementado e sua configuração é mais complexa.

Por meio deste trabalho foi possível demonstrar que os protocolos de roteamento têm um papel fundamental na composição da rede, ao qual deve-se realizar um estudo para determinar qual será o mais eficiente para a topologia que o administrador deseje implementar, levando em consideração os parâmetros que tenham maior importância.

REFERÊNCIAS

USO DA INTERNET NO BRASIL CRESCE, E CHEGA A 81% DA POPULAÇÃO, DIZ PESQUISA. São Paulo, 18 ago. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2021/08/18/uso-da-internet-no-brasil-cresce-e-chega-a-81percent-da-populacao-diz-pesquisa.ghtml>. Acesso em: 20 mar. 2023.

KUROSE, J. F., & Ross, K. W. (2021). Computer Networking: A Top-Down Approach. Pearson.

FOROUZAN, B. A. (2017). Data Communications and Networking. McGraw-Hill Education.

TANENBAUM, A. S., Wetherall, D. J., & Davie, B. S. (2018). Computer Networks. Pearson.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

KUROSE, JF e Ross, KW (2017). Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down. São Paulo: Pearson.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

KUROSE, JF e Ross, KW (2017). Redes de computadores: uma abordagem de cima para baixo. Pearson.

TANENBAUM, AS, & Wetherall, D. (2011). Redes de Computadores. Pearson.

KUROSE, Jim F.; ROSS, Keith W.. **Redes de computadores e a internet**: uma abordagem top-down. 6. ed. São Paulo: Pearson Education, 2014.

S.TANENBAUM, Andrew. **Computer Networks**. 4. ed. Amsterdam: Prentice Hall, 2002

Das Neves, J. S. e Torres, W. R. O Protocolo OSPF. Disponível em:
<<http://www.midiacom.uff.br/~debora/redes1/pdf/trab042/OSPF.pdf>>. Acesso em:
20 fev. 2023.