

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

LUCAS FELIPE SOUSA VIEIRA DE CARVALHO

PROTOCOLO IPv6: Uma análise das dificuldades de adoção em
empresas de São Luís

São Luís-MA
2020

LUCAS FELIPE SOUSA VIEIRA DE CARVALHO

PROTOCOLO IPv6: Uma análise das dificuldades de adoção em
empresas de São Luís

Monografia apresentada ao Curso de
Sistemas de Informação do Centro
Universitário Unidade de Ensino Superior
Dom Bosco como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em
Sistemas de Informação.
Orientador: Prof. Me. Rafael Cunha.

São Luís-MA

2020

Carvalho, Lucas Felipe Sousa Vieira de

Protocolo IPV6: Uma análise das dificuldades de adoção em empresas de São Luís. / Lucas Felipe Sousa Vieira de Carvalho. - São Luís, 2020.

61f.

Orientador: Prof. Me. Rafael Cunha.

Monografia (Graduação em Sistema de Informação) - Curso de Sistema da Informação – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Protocolo IP. 2. Migração. 3. IPv4. 4. IPv6. 5. Dificuldades. I. Título.

CDU 004

LUCAS FELIPE SOUSA VIEIRA DE CARVALHO

PROTOCOLO IPV6: Uma análise das dificuldades de adoção em empresas de São Luís.

Monografia apresentada ao Curso de Sistemas de Informação do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Rafael Cunha

Mestre em Ciência da Computação

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof. Me. Allison Jorge Silva Almeida

Mestre em Inteligência Artificial

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof. Me. Allan Kássio

Mestre em Ciências da Computação

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Dedico este trabalho à minha
mãe, ao meu pai. Enfim, à toda
minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo seu infinito amor, aos meus pais Lidiane e Wilsenor pelo empenho e credibilidade que sempre depositaram em mim e à minha irmã Rebeca pela parceira e incentivo.

Aos meus companheiros de turma, que me ajudaram bastante nessa caminhada, em especial Rafael Araújo, Diogo Silva, Carlos Alberto, Carlos Henrique e José Delfim. E ao meu orientador Rafael Cunha que me ajudou no desenvolvimento da pesquisa.

“Saber ligar computador não significa saber informática como a maioria dos usuários falam, pois a informática por simples que as pessoasensem guarda segredos que não imaginamos.”

Irenaldo Alves.

RESUMO

A população nos últimos anos vem crescendo, fazendo assim, com que a tecnologia venha a se desenvolver cada vez mais. Portanto, a conectividade com a internet cresce consideravelmente, resultando em um número maior de pessoas conectadas. Porém um dos pontos-chave para essa conectividade é o Protocolo IP, onde possuem duas versões, das quais são: IPv4 e IPv6. Diante deste cenário o IPv4 daqui há algum tempo deixará de ser utilizado, fazendo assim, que haja uma migração para o IPV6. O objetivo deste trabalho é identificar por que as empresas ainda não adotaram o IPv6. Diante deste objetivo, a investigação é feita através de uma pesquisa de campo com algumas empresas de São Luís e, através também de estudos bibliográficos, através de livros, artigos e teses acadêmicas. O trabalho teve os resultados através da pesquisa de campo, sobre quais os motivos fazem com que as empresas ainda não tenham adotado o IPv6.

Palavras-chave: Protocolo IP. Migração. IPv4. IPv6. Dificuldades.

ABSTRACT

In the last few years, the population just grows, making technology to develop more and more. With that, internet connectivity grows and people get more connected. However, one of the key points to make this connection happens is the protocol IP, which has two versions: IPv4 and IPv6. In face of this scenario, the IPv4, in a while, will no longer be used, causing migration to IPv6. The goal of this project is to identify why the companies have not yet adopted the IPv6 protocol. In face of this goal, the research is made by field research with some companies in São Luís and also by bibliographic studies, books, articles, and academic theses. The research got the results by the field research about the reasons that make companies have not yet adopted the IPv6.

Keywords: IP protocol. Migration. IPv4. IPv6. Difficulties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Camadas do modelo TCP/IP e do modelo OSI.....	18
Figura 2 – Cabeçalho do IPv4	21
Figura 3 – Cabeçalho IPv6.....	23
Figura 4 – Funcionamento da Pilha Dupla.....	20
Figura 5 – Funcionamento do <i>Tunnel Broker</i>	31
Figura 6 – Funcionamento da Técnica 6over4.....	32
Figura 7 – Funcionamento do Tunel GRE.....	33
Figura 8 – Funcionamento do NAT444.....	35
Figura 9 – DNS na prática.....	36
Figura 10 – Funcionamento do <i>Anycast</i>	39
Figura 11 – Diferença entre os endereços.....	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Protocolo que a empresa utiliza.....	45
Gráfico 2 – Conhecimento sobre as técnicas.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Divisão de classes.....	22
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças entre os protocolos.....	27
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>DNS</i>	<i>Domain Name System</i>
<i>IP</i>	<i>Internet Protocol</i>
<i>IPv4</i>	<i>Internet Protocol version 4</i>
<i>IPv6</i>	<i>Internet Protocol version 6</i>
<i>QoS</i>	<i>Quality of Service</i>
<i>TCP/IP</i>	<i>Transmission Control Protocol Internet Protocol</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 HIPÓTESES	16
1.2 OBEJTIVOS	17
1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA	17
2 MODELO TCP/IP E MODELO OSI	18
3 PROTOCOLOS IPV4 E IPV6 E SUAS DIFERENÇAS	20
3.1 IPV4	21
3.1.2 Fim do IPv4	23
3.2 IPV6	23
3.2.1 Cabeçalho IPv6.....	24
3.2.2 Funcionalidades do IPv6	25
3.3 Comparação entre os Protocolos	27
4 TÉCNICAS DE TRANSIÇÃO DE PROTOCOLOS	28
4.1 Pilha Dupla	29
4.2 Tunelamento	31
4.2.1 <i>Tunnel Broker</i>	31
4.2.2 <i>6over4</i>	33
4.2.3 Tunel GRE	34
4.3 Tradução	35
4.3.1 NAT444	35
5 ANALISAR O IMPACTO QUE O PROTOCOLO IPV6 PODE CAUSAR DENTRO DE UMA EMPRESA	36
5.1 DNS	36
5.2QoS	37
5.3 Endereços <i>Unicast, Anycast e Multicast</i>	39
5.3.1 Diferença entre os endereços	40
5.4 Análise de entrevistas feitas	41
6 METODOLOGIA	43
6.1 Tipo da Pesquisa	43
6.2 Local Trabalhado da Pesquisa	44
6.3 Coleta de Dados	44
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
7.1 Apresentação e análise das resposta da pesquisa de campo	45
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51

REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A – Perguntas feitas na pesquisa de campo.....	56

1 INTRODUÇÃO

A curva do crescimento populacional nos últimos anos subiu demasiadamente, fazendo assim com que o número de pessoas que possuem o acesso à internet também aumentasse. Porém para que a internet chegue em todos os aparelhos e em suas respectivas residências, ambientes de trabalho, e dentre outros lugares, há uma série de funcionamentos e protocolos para que haja essa comunicação. Um desses protocolos é o IP, que atualmente possui duas versões o **IPv4** e o **IPv6**.

Dado o crescimento de pessoas que passaram a ter acesso a internet o esgotamento dos endereços do protocolo IPv4 se tornou algo um pouco preocupante. Portanto, o protocolo IPv6 veio com o intuito de substituir a versão do IPv4, trazendo algumas melhorias em relação à segurança, envio de dados, e algumas novas funcionalidades, mas o principal objetivo seria acabar com o problema de esgotamento de endereços.

Porém, o protocolo IPv4 ainda é o mais utilizado atualmente pelas empresas, porque IPv6 ainda não está forte no mercado. Com isso, surge a dúvida que se tornou o problema da pesquisa, quais as dificuldades que levam as empresas a não adotarem ainda o protocolo IPV6?

Com isso, a presente pesquisa teve a seguinte delimitação: A substituição do protocolo IPV4 para o IPV6 em empresas de São Luís. Com o intuito de investigar e saber por que algumas ... empresas ainda não adotaram a nova versão do protocolo IP em suas estruturas de redes.

1.1 HIPÓTESES

Com isso, de acordo com os tais problemas citados, as hipóteses traçadas para fins de responder tal problema foram:

- a) O protocolo IPV6 ultimamente com suas novas funcionalidades vai se tornar mais útil.
- b) O protocolo IPV4 vai se tornar ultrapassado e com o tempo irá ser substituído pelo IPV6.
- c) As empresas ainda não conhecem muito sobre a parte técnica do assunto.

1.2 OBEJTIVOS

Quando falamos sobre endereçamento IP, a princípio trata-se de uma da conexão que você faz com a internet, e cada pessoa quando se conecta possui o seu próprio endereço. Porém, o mundo vai começar a passar por problemas acerca de esgotamento de endereços IP, por conta do atual protocolo não conseguir suportar mais números de endereços.

Atualmente, a maioria dos aparelhos ainda vem só com a disponibilidade do protocolo IPV4 e a maioria das pessoas também utilizam esse protocolo, E um fator bem importante que contribui para que as pessoas não migrem para o IPV6 é o desconhecimento do assunto e não ter tantas informações sobre ele.

Portanto, é bem importante falar e tratar sobre este assunto, para que as pessoas saibam do que se trata e de como esta questão sobre os protocolos de redes podem impactar no mundo tecnológico, dentro de empresas e de residências.

Com isso, para responder o problema exposto, o objetivo geral da pesquisa foi:

Investigar as dificuldades que as empresas têm para a adoção do protocolo IPV6;

E partindo desse princípio os objetivos específicos foram traçados dessa maneira:

- a) Analisar as diferenças do IPV4 e do IPV6 e as melhorias que ele apresenta;
- b) Entender como ocorre a transição do protocolo IPv4 para o IPv6;
- c) Analisar o impacto que o Protocolo IPv6 pode causar dentro de uma empresa.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

A apresentação deste trabalho tem sua estrutura em uma divisão de oito capítulos, onde eles têm seus respectivos subtópicos.

O primeiro capítulo é a Introdução, que nela apresenta-se o contexto onde se inicia a pesquisa, trazendo junto a pergunta problema da pesquisa, as hipóteses, os objetivos gerais e específicos.

No segundo capítulo, apresenta-se os modelos que padronizam o funcionamento da rede fala sobre o Modelo TCP/IP e o Modelo OSI, nele está

envolvido alguns conceitos básicos de rede e apresenta a camada que o protocolo IP está inserido.

Já no capítulo três, é onde começa a parte principal da pesquisa, é a apresentado as principais características que os protocolos possuem, além de mostrar as diferenças entre eles, e expõe também as novas funcionalidades que o IPv6 apresenta.

No quarto capítulo são apresentadas as técnicas que possuem para fazer a migração entre os protocolos IPv4 e IPv6.

No quinto capítulo fala de algumas funcionalidades que o IPv6 apresenta e que pode trazer benefícios para a empresa, e também mostra o formulário que será utilizado na pesquisa de campo.

No sexto capítulo é apresentada a metodologia trabalhada na pesquisa, bem como: o tipo da pesquisa, o local de estudo, a forma de coleta dos dados e como serão feitas as análises dos dados.

O sétimo capítulo é o de Resultados e Discussões, nele é apresentado as respostas que foram obtidas no formulário realizado, debatendo-as e fazendo as análises destas.

Por fim, o último capítulo da pesquisa que é o de Considerações Finais, trata do desfecho da sondagem, relacionando o que foi trabalhado no desenvolvimento e na pesquisa de campo, juntamente com os objetivos e hipóteses traçados no início da pesquisa.

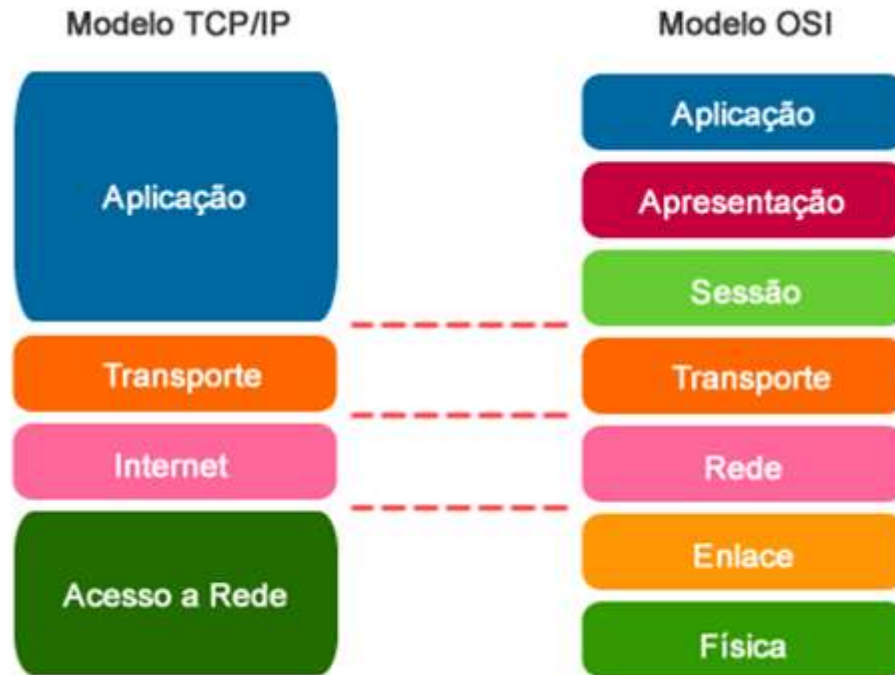
2 MODELO TCP/IP E MODELO OSI

Este capítulo tem a intenção de apresentar alguns conceitos básicos e apresentar os modelos em que está presente o Protocolo IP, bem como suas diferenças e a principais funcionalidades e objetivos.

A rede de computadores possui várias ferramentas para que ocorra o seu funcionamento, com isso a comunicação entre esses aparelhos é fundamental para o seu funcionamento. Com isso, foram desenvolvidos modelos de protocolos de comunicação para que ocorra melhor ligação entre eles, onde esses protocolos servem como regras para o funcionamento da rede, são eles o Modelo OSI que é visto como referência e o Modelo TCP/IP, que é o que foi implementado, e, que

utiliza-se hoje. A diferença entre os dois modelos são as camadas que eles possuem, note-se na imagem abaixo:

Figura 1 - Camadas do modelo TCP/IP e do modelo OSI.



Fonte: Nascimento (2019)

O modelo OSI possui 7 camadas que são: Física, Enlace, Rede, Transporte, Sessão, Apresentação e Aplicação, estes nomes podem mudar a partir de cada autor, porém as suas funcionalidades não mudam, e a arquitetura TCP/IP possui menos camadas, porém tem finalidade parecida com esse modelo.

Segundo Gaidargi (2018, n. p.) o modelo TCP/IP foi desenvolvido em 1969 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Esse modelo possui quatro camadas de comunicação, são elas: físico, rede, transporte e aplicação. Dentro destas camadas possuem os protocolos de redes, que são “regras” que foram definidas para que a comunicação seja feita. As camadas do TCP/IP segundo Gomes (2019, n.p.) funcionam da seguinte forma:

aplicação: usada para enviar e receber dados de outros programas pela internet. Nessa camada estão os protocolos HTTP, FTP e SMTP;
transporte: responsável por transportar os arquivos dos pacotes recebidos da camada de aplicação. Eles são organizados e transformados em outros menores, que serão enviados à rede; **rede:** os arquivos empacotados na camada de transporte são recebidos e anexados ao IP da máquina que envia e recebe os dados. Em seguida, eles são enviados pela internet;
interface: é a camada que executa o recebimento ou o envio de arquivos na web.

Como podemos ver, cada camada tem função específica, e por isso os protocolos se encaixam na sua devida camada. Contudo, o presente artigo, irá tratar dos protocolos presentes na camada de rede, que são eles os Protocolos IPv4 e IPv6, denominados Protocolos de Internet.

3 PROTOCOLOS IPV4 E IPV6 E SUAS DIFERENÇAS

Este capítulo tem como objetivo trazer as principais diferenças entre os Protocolos IPv4 e IPv6, identificando nos cabeçalhos suas diferenças e as novas funcionalidades que o IPv6 apresenta e, mostrar também o porquê que o IPv4 irá deixar de ser utilizado.

Para começarmos a falar sobre protocolo IPV4 e IPV6 é necessário saber sobre a camada de rede presente no modelo TC/IP, pois são onde esses protocolos estão “localizados” e fica mais fácil de entender o funcionamento deles dentro de uma estrutura de rede, e como funciona a comunicação entre computador e os roteadores.

De acordo com Kurose e Ross (2005, p. 236) a camada de redes é responsável por “transportar pacotes de um hospedeiro remetente a um hospedeiro destinatário”, segundo eles a camada de rede tem duas principais funções: o Repasse e o Roteamento.

Já pra Tanenbaum (2003, p. 46) “a camada de rede controla a operação da sub-rede. Uma questão fundamental de projeto é determinar a maneira como os pacotes são roteados da origem até o destino.”

Então podemos afirmar que a camada de rede é responsável pela comunicação dos dados para origem final, através dos roteadores. Portanto, as funções principais dessa camada, são: o Roteamento entre as redes e o Endereçamento dos dispositivos.

Com isso, o Protocolo IP é responsável pela parte de endereçamento dos dispositivos na rede e pela parte da transferência dos Datagramas IP. Nesse cenário, podemos notar o ponto-chave do funcionamento dos protocolos IPV4 e IPV6, pois eles que são responsáveis pelo endereçamento dos dispositivos na rede. De acordo com Tanenbaum (2003 p. 337) o endereçamento ocorre desta forma: “cada *host* e cada roteador tem um Endereço IP que codifica seu número de rede

e seu número de *host*. A combinação é exclusiva: em princípio, duas máquinas na Internet nunca têm o mesmo Endereço IP”.

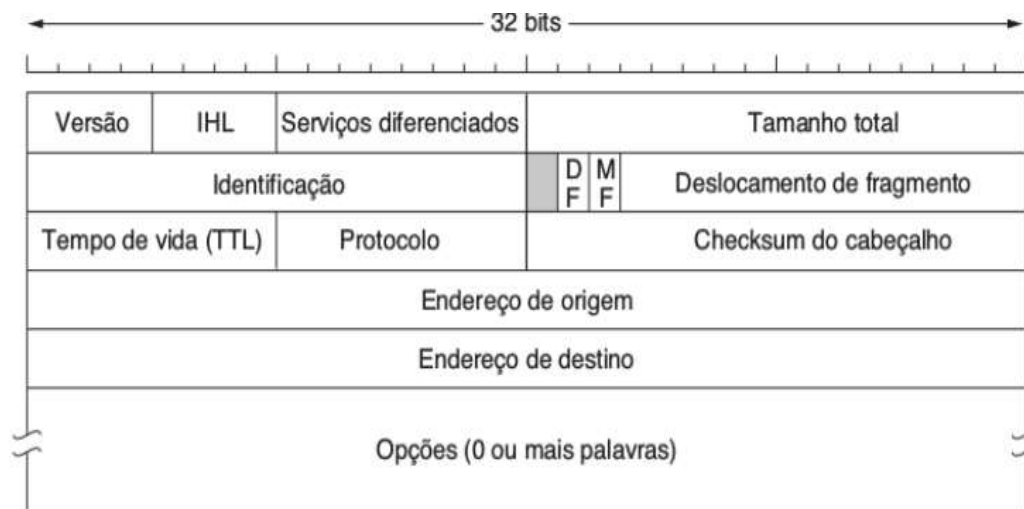
3.1 IPV4

O Protocolo de Internet (IP) atualmente mais utilizado no mundo é o IPV4 Pisa (2013, n.p.). “Criado em 1983 e é fornecido no Brasil pelo Comitê Gestor da Internet” Zambarda (2014), ele é responsável pela a transição de pacotes na rede, esses pacotes podem ser chamados de dados ou informações. Uma das principais características dele, é o tamanho do formato que ele fornece o seu endereço IP na rede, que tem o formato por 32 bits que são separados por pontos em quatro grupos de 8 bits.

Todo tipo de conexão com a internet é necessário o número IP, até mesmo os pacotes de dados de telefonia. Segundo Canno (2013, n.p) “na internet, cada *host* e cada roteador tem um endereço IP (*Internet Protocol*), que codifica seu número de rede e seu número de *host*. Essa combinação é única, ou seja, duas máquinas conectadas a internet não possuem o mesmo Endereço IP.” Portanto, essa comunicação fica bem nítida que é feita com a rede e o dispositivo, não podendo ter números de endereços IP repetidos.

Ele pode ser representado de duas maneiras: da forma binária e da forma decimal. A forma binária é separada por quatro grupos de 8 bits, com os números 0 e 1 (binário), ficaria dessa forma: 10000000 00001010 00000010 00011110 e da forma decimal um endereço IP pode ser representado da seguinte forma: 192.168.0.1.

As características principais deste Protocolo é que ele não possui uma boa segurança e utiliza de endereço de *broadcast*, além também do formato do cabeçalho que possui muita informação, assim como mostra na imagem a seguir:

Figura 2 - Cabeçalho do IPv4.

Fonte: Sousa (2018).

Na figura 2, é representado como funciona o Protocolo, nele podemos ver que os 32 bits são divididos em 4 campos de 8 bits, outros pontos chave é a respeito do endereço de origem que se trata de onde o pacote será enviado, ou seja, é o Endereço IP de partida, e também o endereço de destino, que é representado pelo IP em que é enviado os pacotes. Não menos importante podemos notar também, que ele apresenta a Versão, o Tamanho do Cabeçalho, a Identificação, que se trata de identificar o pacote. Reis (2016, n.p).

O endereçamento do protocolo IPv4 é dividido em classes, os números IPs podem ir de 0.0.0.0 até 255.255.255.255, ou seja, são os números de redes que podem estar disponíveis na própria rede, e elas são divididas em cinco classes: A,B,C,D e E, a classe A é dividida pelos endereços 1.0.0.0 até a 127.255.255.255, a classe B vai de 128.0.0.0 até 191.255.255.255, a classe C vai de 192.0.0.0 até 223.255.255.255, a classe D vai de 224.0.0.0 até 239.255.255.255 e a classe E vai de 240.0.0.0 até 255.255.255.255. Como podemos na imagem a divisão de classes que ocorre no IPv4:

Quadro 1 – Divisão das classes.

Classe	Primeiro Octeto	Rede (R) Host (H)	Máscara	Quantidade de Redes	Endereços por Rede
A	1-127	R.H.H.H	255.0.0.0	126	16.777.214
B	128-191	R.R.H.H	255.255.0.0	16.382	65.534
C	192-223	R.R.R.H	255.255.255.0	2.097.150	254
D	224-239	Multicast	NA	NA	NA
E	240-255	Pesquisas	NA	NA	NA

Fonte: Toledo (2013)

3.1.2 Fim do IPv4

Com o grande crescimento populacional o número de pessoas que utilizam de redes de internet aumentou. Atualmente a população mundial segundo a ONU (2019) é de aproximadamente de 7,7 bilhões de pessoas. Com isso, o número de pessoas que ainda utilizam o protocolo IPv4 é bem grande até por que as pessoas não tem considerável conhecimento sobre o assunto. O grande problema disso é que esse protocolo só pode ter cerca de 4,2 bilhões de endereços IPs gerados, com isso podendo chegar ao seu limite em breve. Esse ponto foi um dos principais para que a versão 6 do Protocolo de Rede (IPV6) fosse desenvolvida, por que foi notado que certo tempo os Endereços IPV4 iriam se esgotar.

Com isso, podemos notar a principal desvantagem que o IPv4 possui, que é o tanto de endereços que podem ser gerados, para a demanda populacional que hoje necessita.

3.2 IPV6

Portando, dentre esses e outros problemas que o IPV4 apresenta, em 1990 a IETF (*Internet Engineering Task Force*) começou no desenvolvimento da nova versão do Protocolo IP visando acabar com os problemas que a versão anterior apresentava. Com isso, eles tiveram que atingir uma série de objetivos com a nova versão, segundo Tanenbaum (2003, p. 357) esses objetivos são:

1. Aceitar bilhões de *hosts*, mesmo com alocação de espaço de endereços ineficiente.
2. Reduzir o tamanho das tabelas de roteamento.
3. Simplificar o protocolo, de modo a permitir que os roteadores processem os pacotes com mais rapidez.
4. Oferecer mais segurança (autenticação e privacidade) do que o IP atual.
5. Dar mais importância ao tipo de serviço, particularmente no caso de dados em tempo real.
6. Permitir multidifusão, possibilitando a especificação de escopos.
7. Permitir que um host mude de lugar sem precisar mudar o endereço.
8. Permitir que o protocolo evolua no futuro.
9. Permitir a coexistência entre protocolos novos e antigos durante anos.

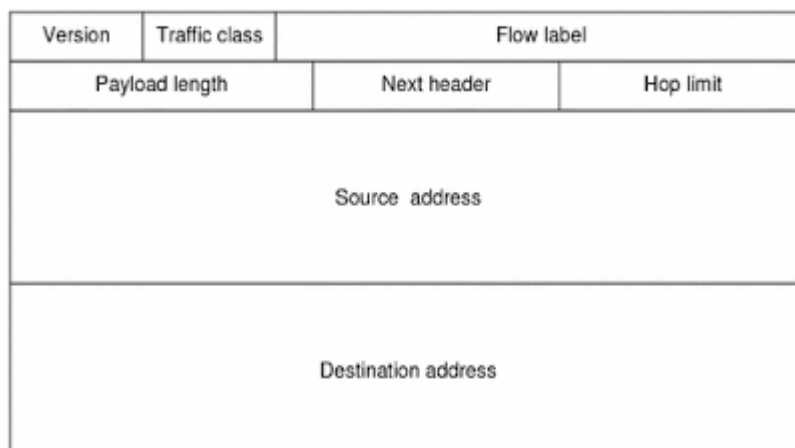
Trabalhando nesses objetivos, podemos definir as características que o Protocolo IPV6 apresenta. Como característica e objetivo principal para que ele tenha sido desenvolvido, podemos dizer que o número do seu endereço de bits aumentou, para que suporte os grandes números de endereços IP com o passar dos anos, ou seja, pode-se ter bilhões de Endereços IPV6 sem que ocorra o esgotamento deles. Além disso, foram focadas em outras partes, como a segurança e a transferência de pacotes.

Com isso, o formato do cabeçalho do IPV6 é diferente, visando então que o processamento dos pacotes fosse feito de forma mais rápida pelos os roteadores.

3.2.1 Cabeçalho IPv6

O Cabeçalho do Protocolo IPv6 em partes é diferente do IPv4 por conta que ele é reduzido e apresenta novo campo, e ele vem com o intuito de que os dados sejam transportados mais rápidos.

Figura 3 - Cabeçalho IPv6.



Fonte: Guilherme (2010).

Como podemos notar, o número de campos do cabeçalho foi reduzido o que antes eram 13 agora são 8, para que torne-se mais simples e, também, foi acrescentado um novo campo (Identificação de Fluxo).

Os campos são estes:

a) Versão: Este é o campo destinado para apresentar a versão do protocolo;

b) Classe de Tráfego: Campo responsável para definir a prioridade de tráfego;

c) Identificação de Fluxo: Esse novo campo, tem como função a identificação de pacotes do mesmo fluxo, ele serve para separar os fluxos das aplicações (IPV6.BR, 2012);

d) Tamanho dos Dados: “Valor que indica o tamanho total da carga (*payload*), informando aos roteadores a quantidade de informação que um pacote contém, incluindo dados e cabeçalhos de extensão (se houver algum)” (Reis, 2020);

e) Próximo Cabeçalho: “É utilizado para informar a presença de opções, chama-se de cabeçalhos de extensão”. Nunes (2013, p.9);

f) Limite de Saltos;

g) Endereço IP de Origem: É o campo que indica o endereço de origem do pacote;

h) Endereço IP de Destino: É o campo que indica o endereço de destino do pacote;

Portando, como já foi citado e podemos notar, o Protocolo IP versão 6 (IPV6), veio com a função principal de suprir todas as necessidades do IPv4, mas com base no defeito principal que é a limitação e o esgotamento de endereços que IPv4 apresenta.

3.2.2 Funcionalidades do IPv6

É bem provável que hoje as empresas estejam focando bastante na parte de segurança de dados, pois os dados de uma empresa é o que tem de mais importante no negócio. Partindo desse princípio, quando se fala a respeito da nova versão de Protocolo IP, o mesmo vem com o objetivo de melhorar a segurança em relação a versão anterior.

Porém há algumas recomendações para que se melhore a segurança com o uso de Protocolo IPv6, segundo Canno (2013 n. p.) as recomendações são as seguintes:

- Não utilizar endereços óbvios, filtrar mensagens ICMPv6 não essenciais
- Utilizar IPSEC sempre que precisar de uma comunicação segura entre máquinas IPv6;
- Usar endereços IPv6 *unique* local (FC00::/7);
- No IPv4 bloquear as faixas não alocadas;

Como é citado por Canno (2013) uma das recomendações é a utilização do IPsec na comunicação das máquinas. Segundo Foster (2012 p. 31) “o IPsec é formado por um conjunto de protocolos que fornecem serviços de autenticação, permitindo que o pacote seja criptografado na camada de rede”, ou seja, ele fornece uma solução para a segurança (integridade, confidencialidade) em uma rede.

Entretanto há duas formas da utilização dele, o Modo Transporte e o Modo Tunelamento, ambos têm funções específicas. O modo Transporte apenas o *Payload* (dados transmitidos) são criptografados, eles são utilizados na comunicação *host-a-host*. Já o modo Tunelamento é onde todo o pacote IP é criptografado, portanto é encapsulado o pacote IP e distribuído, ele é utilizado em comunicação rede-a-rede ou também em comunicação *host-a-host* (MATSUNAGA, 2018).

Além disso, o protocolo IPv6 traz novas configurações e novas ferramentas, como por exemplo: o ICMPv6, o QoS, DHCPv6, descoberta de vizinhança, entre outros. Essas novas ferramentas foram implementadas com objetivo de melhorar alguns pontos de baixo desempenho que o IPv4 apresenta.

O ICMPv6 (*Internet Control Message Protocol*) vem com o intuito de suportar os novos recursos que o IPv6 apresenta e também exerce as funções do protocolo anterior, além também de fazer as funções de outros protocolos. Segundo Canno (2013 n. p):

Ele é muito importante, pois se deixarmos o *firewall* (dispositivo que tem por objetivo aplicar uma política de segurança a um determinado ponto da rede de computadores) das estações de trabalho bloquearem toda e qualquer mensagem ICMPv6, a rede simplesmente irá parar de funcionar, pois são mensagens desse tipo responsáveis pela descoberta de vizinhança, atribuições de endereços *Stateless* (atribuição automática de endereços de rede sem necessidade de servidor DHCP e/ou configurações manual nas máquinas) e pela descoberta de roteadores e *gateways* (máquina intermediária geralmente destinada a interligar redes, separar domínios de colisão, ou mesmo traduzir protocolos) em rede IPv6.

Entretanto por apresentar novas funcionalidades, melhoria na segurança, (e o fator principal também) que seria o aumento de endereços IPs ele pode gerar, todos esses fatores, gerar e agregar valores para dentro da empresa. Com isso, a transição em um futuro bem próximo necessário para todos, por isso é muito importante que as empresas já tentem adquirir a nova versão para se adaptarem.

3.3 Comparação entre os Protocolos

A principal diferença entre os Protocolos, é o mesmo que o principal motivo com o qual o IPv6 fora desenvolvido; que seria o aumento do tamanho do Endereço IP, onde culminam para que sejam feitos mais endereços para que possuam mais espaços na rede. O tamanho do endereço do IPv4 são de 32bits, já o do IPv6 são de 128bits. Outra diferença em relação ao endereço, é a forma de como ele se apresenta, por exemplo a versão mais antiga é representada de forma decimal: 192.168.0.2, já o IPv6 é representado de forma hexadecimal e por “:”, resultante dessa forma: 2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B.

Além disso, a forma de transmissão de dados é diferente, o IPv6 não utiliza do endereço de *broadcast*, e sim o *anycast* que transporta mais rápido os dados, assim como afirma o Brenzink (2019, n.p.):

Outras diferenças importantes são a introdução dos endereços de *anycast* e a retirada dos endereços de *broadcast*. Isso mesmo, o grande vilão do IPv4, o *broadcast*, no IPv6 não existe mais. Agora no IPv6 temos endereços de *unicast*, *multicast* e *anycast*. Caso seja necessário enviar uma mensagem a todos os *hosts* pode-se utilizar um pacote de *multicast* para o endereço de link-local de destino chamado de “*all nodes address*” (FF02::1).

Outra diferença é que o IPv6 apresenta novas funcionalidades como o QOS, e também possui uma segurança melhor já que segundo Nunes (2013, p 10) o IPv4 não possui autenticação de segurança, além de que o cabeçalho do protocolo IPv6 tem menos campos e, um novo, até porque muitos dos campos não eram tão úteis, como afirma Reis (2020, n.p.):

O cabeçalho de um pacote IPv6 é uma versão simplificada do cabeçalho do pacote IPv4. Alguns campos foram eliminados, por serem desnecessários ou raramente usados, ao passo que alguns outros campos são acrescentados, por exemplo de modo a fornecer suporte melhorado a tráfego em tempo real.

A imagem abaixo apresenta detalhadamente quais as principais diferenças entre os dois protocolos, desde o tamanho do formato do endereço, até a diferença entre os cabeçalhos:

Tabela 1 - Diferenças entre os protocolos.

Versão / Itens	IPv4	IPv6
Quantidade de Endereços	2^{32}	2^{128}
Quantidade de Campos	14	8
MTU Mínimo	576 bytes	1.280 bytes
Representação do Endereço	4 Grupos com 8 bits	8 Grupos com 16 bits
Tamanho do Endereço (bits)	32	128
Roteamento	Tabela de roteamento grande	Efetuated pelo cabeçalho de extensão
Segurança	IPSec facultativo	IPSec Obrigatório
Qualidade de Serviço (QoS)	Sem Garantia	Através dos campos Classe de Tráfego e Identificação de Fluxo
Cabeçalho	Uso do Checksum	Mais simplificado

Fonte: Sergio Nunes (2013)

Portanto, como podemos notar na Tabela 1, pode-se notar que as versões do protocolo IP têm muitas diferenças entre e não apenas o aumento do tamanho do endereço, podendo assim fazer com que a transição entre esses protocolos seja feita fortemente daqui há algum tempo. Portanto, as técnicas de transição foram criadas.

4 TÉCNICAS DE TRANSIÇÃO DE PROTOCOLOS

Neste capítulo mostrarei algumas técnicas que podem ser utilizadas para fazer a migração entre os protocolos, bem como os seus funcionamentos e forma de aplicação, mostrar também os seus benefícios.

Com o passar dos anos foi-se notando que o protocolo IPv4 apresentava problemas e também chegaria ao seu fim, por conta do esgotamento dos endereços IPs. Visando acabar com tais problemas, fora projetado o desenvolvimento de uma nova versão de Protocolo IP, que seria o IPv6.

Todavia a adaptação e a transição dessa nova versão não é algo que é fácil de ser implementada, até porque o Protocolo IPv6 não é extensão da sua versão anterior, para tanto não são compatíveis. Outro fator importante, é que alguns aparelhos não possuem compatibilidade com a nova versão de Protocolo IP.

Neste cenário, para que ocorresse a transição de maneira correta, foram desenvolvidas técnicas capazes de fazê-la.

Algumas dessas técnicas são: Pilha Dupla, ou também chamado por *Dual Stack*; Túneis e Tradução. Essas são as técnicas que podem ser utilizadas para fazer a transição.

Porém, cada técnica tem sua funcionalidade, característica e forma de ser implementada, bem como afirma IPv6.br (2012):

As técnicas de transição podem ser classificadas segundo sua funcionalidade: **Pilha dupla:** consiste na convivência do IPv4 e do IPv6 nos mesmos equipamentos, de forma nativa, simultaneamente. Essa técnica é a técnica padrão escolhida para a transição para IPv6 na Internet e deve ser usada sempre que possível.

Túneis: Permitem que diferentes redes IPv4 comuniquem-se através de uma rede IPv6, ou vice-versa.

Tradução: Permitem que equipamentos usando IPv6 comuniquem-se com outros que usam IPv4, por meio da conversão dos pacotes.

Portanto, pode-se notar que cada um tem suas características para aplicação de técnicas, além disso, cada uma delas tem diferentes maneiras de serem realizadas, portanto de acordo com cada técnica existem diferentes aplicações a serem realizadas.

4.1 Pilha Dupla

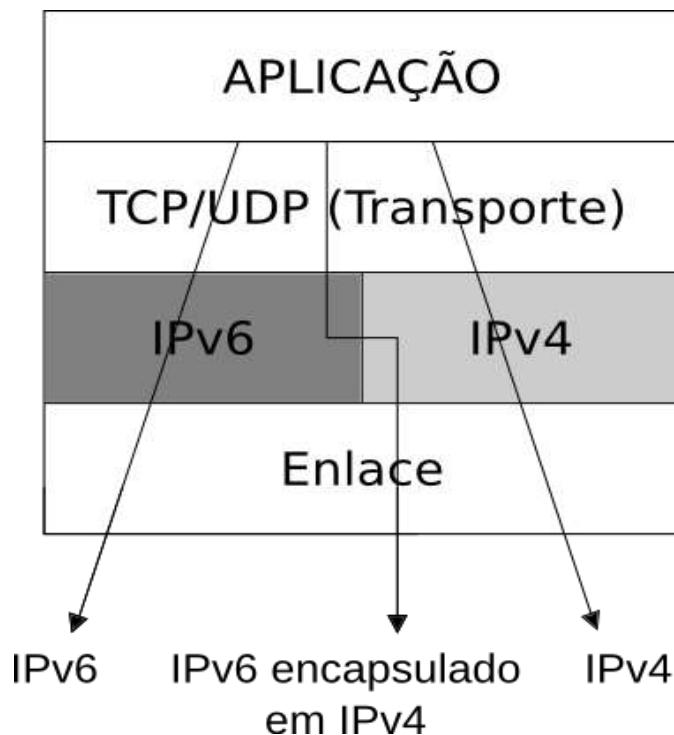
A técnica de Pilha Dupla (*Dual Stack*), consiste na aplicação de uma configuração onde tanto o IPv4 como o IPv6 funcionem no mesmo equipamento, para que não haja uma mudança drástica na maneira de implementação, podendo assim fazer uma transição mais lentamente para não precisar que o protocolo anterior seja desativado, fazendo assim que quando o Protocolo IPv4 não esteja mais sendo utilizado, seja necessário desativar. Assim como afirma Souza et.al (2018, p. 10):

A técnicas de Pilha Dupla foi desenvolvida para prover conexões em IPv6 sem a necessidade de desativação imediata da pilha de protocolo IPv4, visando uma migração gradual reduzindo o impacto no processo de migração. A técnica de Pilha Dupla apresenta certa facilidade de implementação ao tornar possível a utilização das duas pilhas de protocolos, nos *host* e roteadores de rede, permitindo que a rede funcione

em ambas as versões, mas exigindo que se façam configurações das duas redes lógicas em cada dispositivo, até completar o processo de migração.

Segundo o IPv6.br (2012) com essa técnica é permitido que “dispositivos e roteadores estejam equipados com pilhas para ambos os protocolos, tendo a capacidade de enviar e receber os dois tipos de pacotes, IPv4 e IPv6.” A imagem abaixo mostra como ocorre o funcionamento da pilha dupla:

Figura 4 - Funcionamento da pilha dupla.



Fonte: IPv6.br (2012)

Ela funciona através de nós, onde o IPv6 possui o seu nó e o IPv4 possui o seu também, até que haja uma implementação completa do nó do IPv6. Segundo Foster (2012 p. 35) o funcionamento ocorre da seguinte forma “quando se estabelecer uma conectividade para um *destination address* que é somente IPv4, será utilizada uma conectividade IPv4, e quando for a um endereço IPv6, será utilizada uma conectividade IPv6.”

Entretanto a principal vantagem que essa técnica possui é que, com ela pode-se utilizar os dois protocolos ao mesmo tempo, sem ter que desativar o IPv4 para o funcionamento do outro, porém a sua desvantagem é que o processo que essa técnica faz seja mais gradual, por isso a sua transição será um pouco mais

lenta. Mas mesmo com esse processo lento, é a técnica que é mais indicada para se fazer a transição entre os protocolos.

4.2 Tunelamento

Quando se fala de migração de Protocolos IPs, a mais comum e mais utilizada como já foi citado é a técnica de Pilha Dupla porque ela consegue fazer com que os dois protocolos funcionem juntos. Porém, nem sempre é possível utilizar desse tipo de técnica, por conta disso, uma outra técnica bastante utilizada é a de Tunelamento, que consiste na comunicação de Pacotes IPv6 dentro da Rede IPv4, assim como afirma Souza et.al (2018, p. 10):

As técnicas de tunelamento consistem em realizar o encapsulamento do pacote IPv6 dentro de um pacote IPv4, quando o pacote IPv4 ao chegar ao destino deve ser descapsulado, para então receber a informação contida no pacote IPv6, a situação inversa também pode ocorrer em casos onde as redes envolvidas na troca de informação estão com IPv4 e o meio pelo qual as informações serão transmitidas está com IPv6, sendo uma técnica de boa aceitação no processo de transição para soluções de curto prazo.

Segundo o Nunes (2010, p.20) existem três tipos de comunicação através dessa técnica, que são Roteador-a-Roteador, Roteador-a-Host e Host-a-Host. A técnica de Tunelamento pode ser feita de várias maneiras porque para isso foram criadas. Atualmente as que são mais comuns resumem-se em: Tunel Broker e a 6over4.

4.2.1 Tunnel Broker

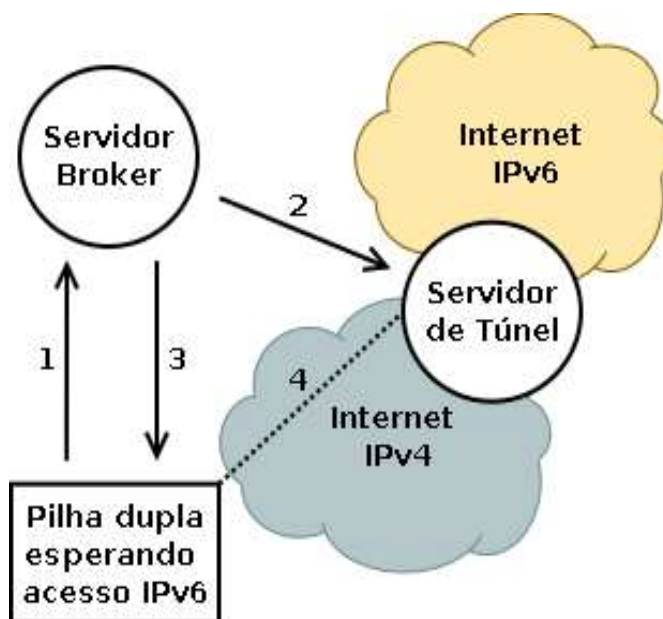
O *Tunnel Broker* é uma técnica descrita pela RFC (*Request for Comments*), que é responsável por documentar os padrões dos protocolos, conseqüentemente ela é gerenciada pela a IETF, todavia quando for necessário saber sobre algum protocolo, basta saber a numeração dele, que no caso do *Tunnel Broker* é o RFC 3053, o funcionamento dele segundo Canno (2013, n.p.):

Tunnel Brokers são serviços oferecidos por provedores na Internet que se propõem a levar conectividade IPv6 aos usuários finais que possuem acesso a Internet puramente IPv4 construindo túneis até eles. Assim, qualquer usuário cadastrado poderá ter acesso ao conteúdo IPv6 através de um *Tunnel Broker*, desde que tenha instalado em sua máquina um cliente que permita ser autenticado e que possa enviar e receber dados através do túnel.

Basicamente, os túneis possuem pacotes do Protocolo IPv6 onde os mesmos são encapsulados dentro de um protocolo IPv4 através dos túneis,

permitindo assim com que os protocolos se comuniquem. Como podemos notar na imagem abaixo:

Figura 5 - Funcionamento *Tunnel Broker*.



Fonte: IPv6.br (2012)

Primeiro ocorrerá uma solicitação IPv4 para o servidor *Broker*, que logo em seguida irá se conectar com o um servidor de túnel, onde será feita a conexão e estabelecimento de um túnel. Assim como afirma Canno (2013, n.p):

Seu funcionamento é bastante simples: primeiramente é necessário realizar um cadastro, normalmente via *Web*, em um provedor que ofereça esse serviço, chamado, neste contexto de *Tunnel Broker*. O provedor realizará de forma automática, ou semi automática, a configuração do seu lado do túnel e permitirá o download de instruções de um *software* ou *script* de configuração, para configurar o lado do usuário. Os *Tunnel Brokers* normalmente oferecem blocos fixos IPv6 que variam de /64 a /48.

Já para o Lourenço (2013, p.40) o *Tunnel Broker* funciona da seguinte forma:

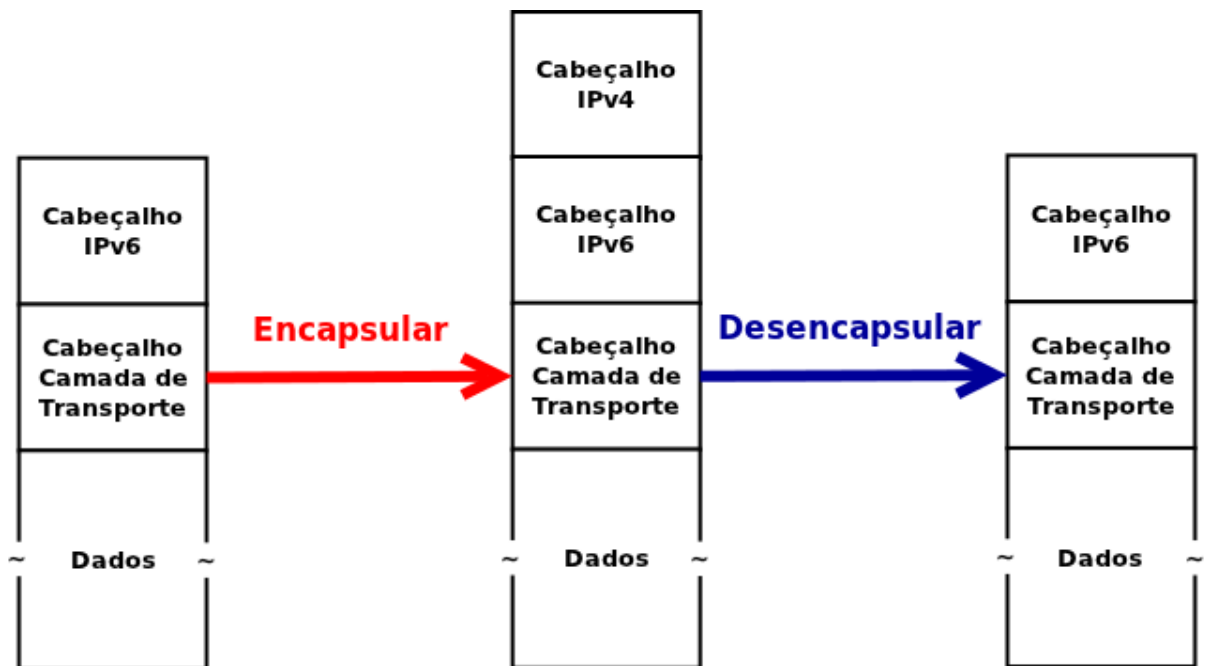
Esta técnica tem a finalidade de prover o acesso de *hosts* IPv6/IPv4 em uma rede exclusivamente IPv4 à redes IPv6. Funciona basicamente através de conexão a um provedor de acesso de *Tunnel Broker*, que geralmente exige cadastramento prévio e instalação de software ou execução de script de configuração. A conexão do túnel é realizada através da solicitação do serviço ao Servidor Web do provedor, que após autenticação, verifica qual tipo de conexão o cliente está utilizando (IPv4 público ou NAT) e lhe atribui um Endereço IPv6. A partir daí o cliente pode acessar qualquer *host* IPv6 na Internet.

Portanto, o *Tunnel Broker* funciona através de uma solicitação no servidor que ocorre em IPv4, acessando o túnel que foi criado, sendo oferecidos Blocos IPv6 que com essa comunicação feita, transforma-se em IPv6.

4.2.2 6over4

Uma outra técnica que também se utiliza de túneis é IPv6-over-IPv4 (6over4), que se baseia na criação manual de túneis onde eles são encapsulados uns dentro dos outros, de acordo com Sousa (2018, p.30) ela é umas das técnicas de transição mais antigas. Na imagem abaixo podemos notar como ocorre o funcionamento dessa técnica.

Figura 6 – Funcionamento da Técnica 6over4.



Fonte: Foster (2012).

Como podemos notar na imagem, os pacotes são criados e encapsulados dentro do outro, assim fazendo com que o Pacote IPv6 fique dentro do Pacote IPv4, essa técnica de encapsulamento é chamada de 6in4, IPv6.br (2012). Basicamente o ciclo de funcionamento dessa técnica seria dessa forma segundo o IPv6.br (2012):

A técnica 6over4 (RFC 4213) utiliza um túnel manual estabelecido entre dois nós IPv4 para enviar o tráfego IPv6. Todo o tráfego IPv6 a ser enviado é encapsulado em IPv4 usando 6in4, explicado anteriormente. A configuração manual consiste em definir quais serão os IPs v4 de origem e destino que serão utilizados em cada ponta do túnel. Ao ser recebido pelo nó destino, o pacote IPv6 é desencapsulado e tratado adequadamente. Esse tipo de túnel pode ser utilizado para contornar um equipamento ou

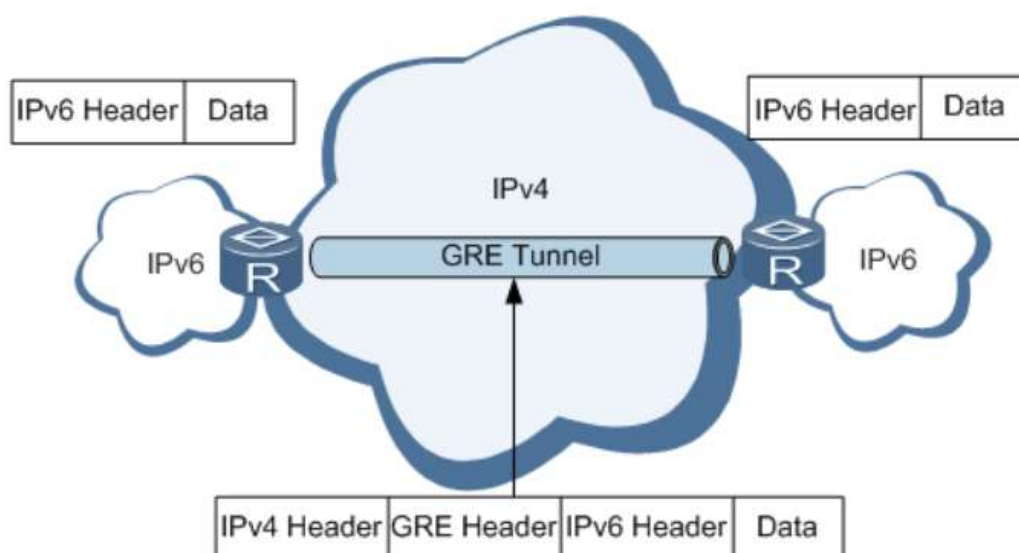
enlace sem suporte a IPv6 numa rede, ou para criar túneis estáticos entre duas redes IPv6 através da Internet IPv4. É importante entender a diferença entre 6over4 e 6in4. O túnel 6over4 é um túnel estabelecido manualmente que tem o objetivo de permitir conexão IPv6 entre dois nós de rede conectados por uma rede via IPv4.

Essa técnica pode ser umas das opções de migração pois ela é fácil de ser implementada, e também tem muito material sobre como ocorre sua implantação, principalmente utilizando o Linux.

4.2.3 Tunel GRE

O *Generic Routing Encapsulation* (GRE) é uma das técnicas de tunelamento para realização das técnicas de migração do IPv4 para o IPv6, ele foi desenvolvido pela CISCO que faz a encapsulação de pacotes dentro de túneis de IP CISCO (2005, n.p.). A imagem mostra como ocorre o funcionamento desta técnica na prática:

Figura 7 – Tunnel GRE.



Fonte: Sousa (2018)

Como podemos ver na imagem, eles são configurados por roteadores, os pacotes são transmitidos por túneis, e sofrem um encapsulamento através do cabeçalho normal e um cabeçalho GRE até que sejam destinados ao caminho final. Assim como afirma a CISCO (2005, n.p.):

O GRE cria uma ligação ponto-a-ponto virtual com os Cisco *routers* nos pontos remotos em uma inter-rede IP. Conectando sub-redes multiprotocol em um ambiente de *backbone* de protocolo único, Tunelamento IP que usa

o GRE permite a expansão de rede através de um ambiente de *backbone* de protocolo único. Um *cable modem termination system* (CMTS) é todo o *Data-over-Cable Service Interface Specifications* (DOCSIS) - roteador de cabo complacente do final do cabeçalho, tal como o Cisco uBR7246, o uBR7223, ou o uBR7246VXR.

O túnel GRE não é uma das técnicas que mais é recomendada para ser utilizada, por conta dos custos e por não ser fácil de ser implementada.

4.3 Tradução

A técnica de tradução foi uma das primeiras a ser utilizadas para fazer a transição dos protocolos, visando com que os dois protocolos pudessem se comunicar através da tradução das suas próprias versões, sendo que a tradução pode ocorrer das duas maneiras, do IPv4 para o IPv6, e ao contrário também. Para Lourenço (2013, p. 49) a técnica de tradução é dessa forma:

A tradução é uma técnica que possibilita a comunicação entre nós que suportam apenas um padrão de Protocolo IP. Essa técnica é empregada de diversas formas e em camadas distintas, traduzindo cabeçalhos de IPv4 para IPv6 e vice-versa, realizando as devidas conversões de endereços e trabalhando com pacotes TCP ou UDP.

Entretanto ela é uma técnica em que se utiliza da comunicação entre nós e que fazem a tradução de um determinado protocolo para o outro. Dentro dessa técnica existem várias formas de serem realizadas, com isso foram criadas várias outras técnicas em que tem como base a tradução.

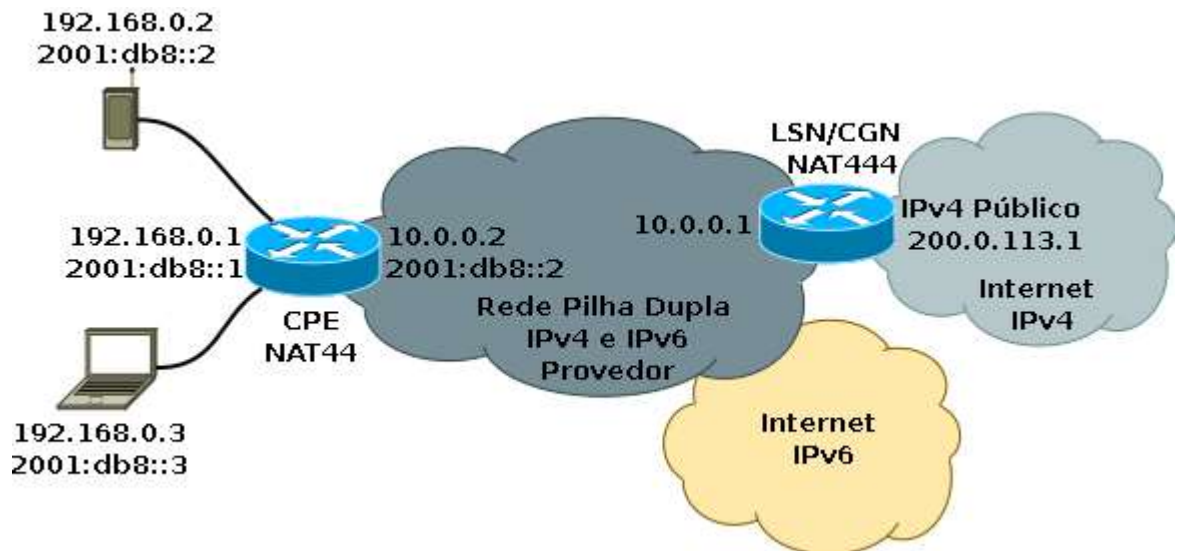
4.3.1 NAT444

O NAT444, conhecido também por CGNAT, por algumas pessoas ele não é considerado uma técnica de transição, e sim um serviço que auxilia o prolongamento do IPv4 nas redes, assim como afirma Ramos (2013, p.33):

O NAT44 não é diretamente uma técnica de transição, ele auxilia na tentativa de prolongar a vida útil do IPv4 na Internet. É geralmente utilizado quando o provedor não possui mais endereços IPv4 públicos disponível para alocar em seus clientes, então realizam mais um nível de NAT para fornecer conectividade.

Na imagem abaixo, podemos ver, como ocorre na prática o funcionamento do NAT444:

Figura 8 – Funcionamento do NAT444.



Fonte: ipv6.br (2012)

Na imagem podemos ver que há um provedor e o usuário, o NAT444 que se baseia na utilização de dois NATs um em cada. IPv6.br (2012, n.p.) “O NAT444 implica na utilização de dois NATs, um no provedor, outro no usuário, e quebra a conectividade fim a fim, e potencialmente diversas aplicações.”

5 ANALISAR O IMPACTO QUE O PROTOCOLO IPV6 PODE CAUSAR DENTRO DE UMA EMPRESA

Hoje entre as grandes e pequenas empresas, dão-se muito valor a sua área tecnológica e ao setor da TI, pelo fato de ser com eles que ocorre o funcionamento diário de algumas empresas e também com eles podem ser feitas estratégias para ganhos de lucro, sendo o grande responsável pela comunicação interna da empresa.

Com isso, o protocolo IPv6 visa não só mexer com o tamanho do endereço IP e aumentá-lo, mas também apresenta algumas novas funcionalidades que podem beneficiar a empresa; no aspecto de envio de dados; definir prioridades na rede; novos tipos de endereços e a segurança como já foi citado na presente pesquisa.

5.1 DNS

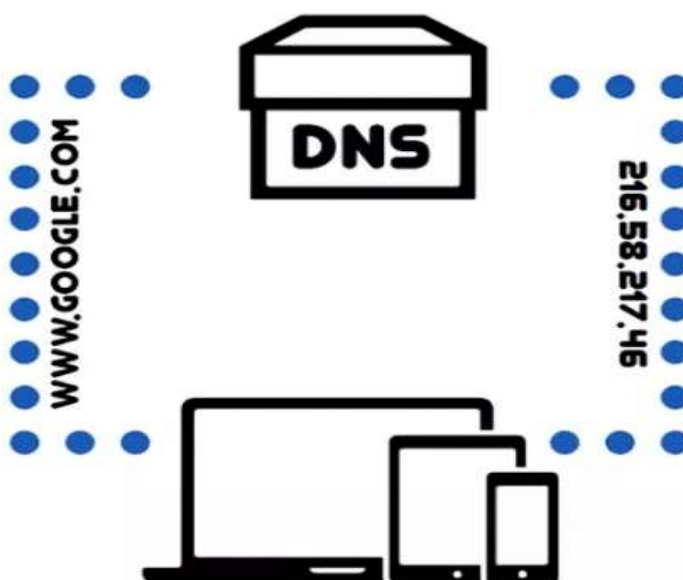
O *Domain Name System* (DNS) é responsável por fazer a tradução de nomes do *host* para os Endereços IP, por exemplo, o nome que o site tem é um

nome de domínio, o DNS é responsável por transformar ele em um número IP. Assim como afirma o Tanenbaum (2003 p.):

A essência do DNS é a criação de um esquema hierárquico de atribuição de nomes baseado no domínio e de um sistema de bancos de dados distribuídos para implementar esse esquema de nomenclatura. Ele é usado principalmente para mapear nomes de hosts e destinos de mensagens de correio eletrônico em endereços IP, mas também pode ser usado para outros objetivos. O DNS é definido nas RFCs 1034 e 1035. Em resumo, o DNS é utilizado da forma descrita a seguir. Para mapear um nome em um endereço IP, um programa aplicativo chama um procedimento de biblioteca denominado resolvidor e repassa a ele o nome como um parâmetro.

Ele pode ser utilizado nas duas versões de protocolo tanto o IPv4 como o IPv6, porém há uma diferença entre os dois, que seria a forma como acontece no IPv6. Isso pode se tornar mais acessível e acontece de forma transparente para o usuário (Foster, 2012 p.23). De forma didática, podemos ver como ocorre o funcionamento do DNS na figura abaixo:

Figura 9 – DNS na prática.



Fonte: Cosseti (2020).

5.2QoS

Quando se trata de definir prioridades na rede, é bem importante que uma determinada empresa tenha em mente que o controle e definição de prioridades são coisas que devem se dar valor. Isso a contar que dentro da empresa pode ocorrer cenários em que as requisições mais importantes entrem em conflito com outras requisições em que não tenha um significativo tão relevante para a empresa.

Como já foi citado, há algumas diferenças entre os protocolos. Por isso, a aplicação do IPv6 pode trazer melhoras na parte da comunicação e controle da rede de uma empresa, ou seja, pode definir prioridades de requisições na rede. Isso pode ser notado quando analisamos algumas diferenças que o próprio cabeçalho da nova versão IP traz e os campos novos com podemos notar na figura 3.

O novo campo implementado no cabeçalho do IPv6 (Identificação de Fluxo) traz com ele o QoS, que é um serviço de qualidade em que o IPv4 oferece, porém de maneiras diferentes justamente pelo IPv6 trazer um novo campo em seu cabeçalho. Esse serviço tem o objetivo de priorizar determinados tráfegos dentro da rede, ou seja, ele tem como objetivo principal melhorar o tráfego na rede, assim como diz a CISCO (2009, n.p.):

QoS se refere à capacidade de uma rede de fornecer um serviço melhor para o tráfego de rede selecionado em várias tecnologias subjacentes, incluindo *Frame Relay*, modo de transferência assíncrona (ATM), redes *Ethernet* e 802.1, SONET e redes *IP-routed*. QoS é uma coleção de tecnologias que permitem que aplicativos requisitem e recebam níveis de serviços previsíveis em termos de capacidade de *throughput* de dados (largura de banda), variações de latência (*jitter*) e retardo. Em particular, as características de QoS proporcionam melhor e mais serviço de rede previsível pelos seguintes métodos:

- Suporte à largura de banda dedicada.
- Melhorando características de perda.
- Evitando e controlando o congestionamento de rede.
- Modelagem do tráfego de rede.
- Definindo prioridades de tráfego na rede.

Basicamente o QoS serve para definir a qualidade de serviços na rede. Dentro do IPv6 ele é utilizado para definir as solicitações feitas pelas aplicações, com o objetivo que não ocorra demora e baixa latência, para isso ele se utiliza de níveis de prioridades (HANSEN, 2013).

Quando se fala do QoS no protocolo IPv6, a diferença é que no campo de Identificação de Fluxo ele é tratado de maneira diferente. Segundo Taranto (2021, p. 41) o fluxo dele funciona através de um “nó fonte que gera uma rota de fluxo com rótulo disponibilizando QoS nesse caminho, onde cada roteador do caminho toma ações baseadas por esse rótulo.” Garantindo assim, que as técnicas de qualidade de serviços sejam aplicadas.

Com isso pode-se notar que o QoS pode trazer benefícios para dentro da empresa, de acordo com o OSTECH (2020, n.p.) os benefícios podem ser esses:

Garante que as aplicações de missão crítica tenham sempre os recursos necessários para o seu funcionamento;

Possibilita o melhor gerenciamento do recurso de internet pelos analistas e administradores;
Reduz os custos através da utilização eficiente da internet, assim postergando investimentos na expansão de links;
Minimiza o impacto causado pelo tráfego concorrente não relacionado ao trabalho;
Melhora a experiência do usuário e garante tempos de respostas mais adequados, de acordo com a prioridade do acesso.

Com isso, a melhora que o QoS pode apresentar dentro de uma rede de computadores é notável. Por conta que, com ele o gerenciamento e a entrega de serviços na comunicação de rede ficam mais claros, e o controle de requisições para o *link* de rede é melhor controlado.

5.3 Endereços *Unicast*, *Anycast* e *Multicast*

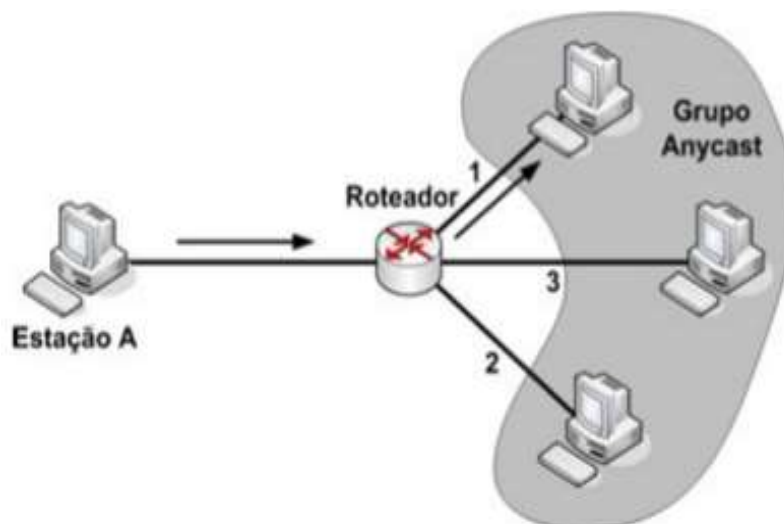
No protocolo IPv4 o endereço que é utilizado para direcionar os pacotes é o endereço *Broadcast*, onde faz o encaminhamento de um endereço para todos os outros. O protocolo IPv6 já não utiliza desse tipo de endereço, ele possui outros três tipos de endereço que são: o *Anycast*, *Unicast* e *Multicast*.

O endereço *Anycast* tem como principal função fazer com que os pacotes sejam enviados para o receptor mais próximo na rede, fazendo assim com que o pacote seja entregue mais rápido. Teoricamente o seu funcionamento segundo o Santos (2016, n.p) é dessa forma:

Anycast é um sistema que utiliza endereços de rede e métodos de roteamento, a fim de enviar os dados para o nó mais próximo disponível dentro de um grupo de receptores que estão usando o mesmo endereço IP. Em termos práticos, o uso de *Anycast* reduz a latência (aumentando assim a velocidade de entrega) e ajuda um provedor para equilibrar as cargas de servidor, ao fornecer “apoio” em caso de falha do servidor dentro do grupo que compartilha o endereço IP. Por esta razão, o *Anycast* é usado geralmente como uma maneira de fornecer disponibilidade elevada e balanceamento de carga para serviços sem estado, como o acesso a dados replicados.

Com esse tipo de funcionamento, pode-se notar que com ele a entrega dos pacotes fica mais rápida e de forma mais segura. Na figura abaixo podemos notar como ocorre o funcionamento do *Anycast* na prática.

Figura 10 – Funcionamento do *Anycast*.



Fonte: Santos (2016).

O Endereço *Unicast* irá funcionar através do envio de pacotes entre dois nós, onde o pacote enviado vai ser recebido para apenas um receptor, ou seja, a comunicação feita entre os nós envolvidos é de forma direta por conta que os dados enviados são direcionados para o receptor específico. De acordo com o IPv6.br (2012, n.p) o *Unicast* é dessa forma:

Os endereços *unicast* são utilizados para comunicação entre dois nós, por exemplo, telefones VoIPv6, computadores em uma rede privada, etc., e sua estrutura foi definida para permitir agregações com prefixos de tamanho flexível, similar ao CIDR do IPv4. Existem alguns tipos de endereços *unicast* IPv6: *Global Unicast*, *Unique-Local*; e *Link-Local* por exemplo. Existem também alguns tipos para usos especiais, como endereços IPv4 mapeados em IPv6, endereço de *loopback* e o endereço não-especificado, entre outros.

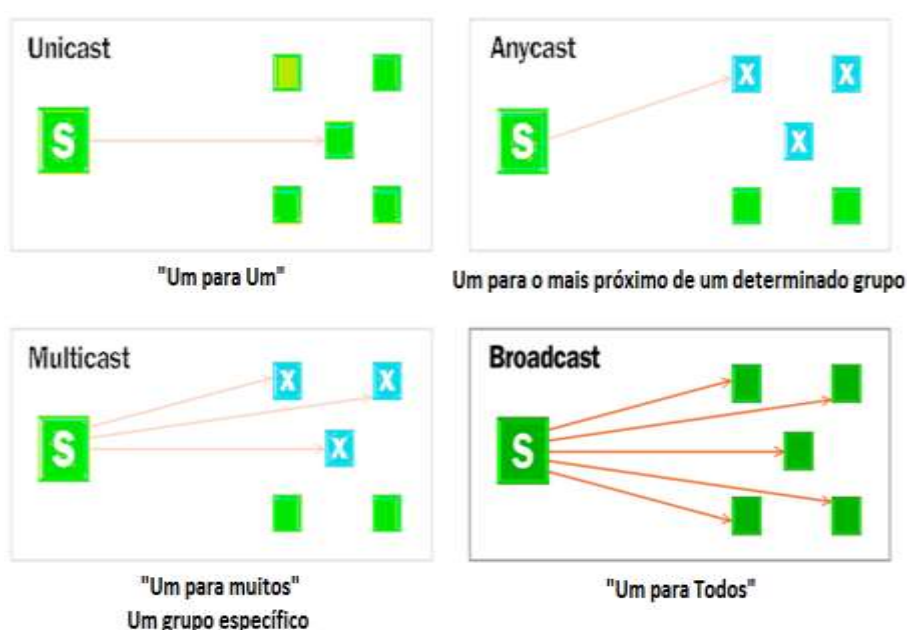
O Endereço *Multicast* já trabalha de outra forma, ele faz a entrega através de um ponto para vários outros que estão na rede, parecido com o que faz o *Broadcast*, porém ele não necessariamente entrega para todos os que estão na rede. Uma das vantagens para a utilização do *Multicast* é que com ele dá para reduzir o tráfego de dados na comunicação, assim como afirma André (2014): “As redes IP *Multicast* possibilitam a redução do tráfego de dados por meio da transmissão de um único fluxo de informações para diversos usuários.”

5.3.1 Diferença entre os endereços

A grande diferença entre esses tipos de endereços é a forma como os pacotes são transferidos e como ocorre a comunicação entre os nós na rede. O

Anycast faz a sua comunicação de um nó emissor para o nó receptor mais próximo; O *Unicast* a sua comunicação é focada em um nó emissor para um nó receptor, ou seja, a comunicação é feita diretamente entre dois nós; Já o *Multicast* a sua comunicação é feita de um nó emissor para vários outros nós receptores na rede, porém não para todos, mas sim para um determinado grupo; Já o endereço *Broadcast*, faz a sua comunicação de um nó emissor para todos os nós que estão na rede, esse endereço que o protocolo IPv6 não utiliza mais. Pode-se notar a diferença da comunicação entre eles na figura abaixo:

Figura 10 – Diferença entre os endereços.



Fonte: Santos (2016).

5.4 Análise de entrevistas feitas

Devido à tais problemas relatados, uma pesquisa foi realizada em algumas empresas de São Luís com o objetivo de obter os resultados e entender por que este problema está ocorrendo. Esta pesquisa foi feita através de perguntas que foram realizadas e também fora idealizado um termo de consentimento do entrevistado para que essa pessoa soubesse que as suas respostas iriam ser utilizadas na pesquisa.

Hoje, muitas empresas possuem uma implantação de rede de computadores bem feita. Com isso, o Protocolo IP dentro da empresa é bem importante, pois ele vai definir os endereços das máquinas na rede e consequentemente irá trazer a internet para os computadores. Portanto, a pesquisa

tem como base saber por que muitas empresas de São Luís não utilizam o Protocolo IPv6, e quais as dificuldades que eles acham que vão ter para fazer a migração entre os protocolos. Na pesquisa constava as perguntas elencadas abaixo:

- a) Qual o nome da empresa?
- b) Qual o seu nome e o cargo atual dentro da empresa?
- c) O quanto você entende do Protocolo IP?
- d) Qual a importância dada na empresa para o Protocolo IP?
- e) Qual a versão do Protocolo IP utilizada atualmente na empresa?

IPv4()

IPv6()

f) Dada a atual situação no mundo, você tem pleno conhecimento que o Protocolo IPv4 irá ser deixado de ser utilizado?

g) Devido à situação em que passamos, a substituição para a nova versão do Protocolo IP é evidente. Você conhece as técnicas que são utilizadas para fazer a migração do IPv4 para o IPv6?

h) Dentre as técnicas de migração de protocolo IPv4 para o IPv6 quais você utilizaria em sua empresa?

i) Quais dificuldades você acha que poderá passar quando utilizar técnicas de migração de versões do Protocolo IP?

j) De acordo com a atual situação de sua empresa, você vê a necessidade da troca do Protocolo IPv4 para o IPv6 futuramente?

k) Por que a empresa em que você trabalha ainda não adotou o Protocolo IPv6?

l) Por que o cenário atual de empresas ainda não adotou fortemente o Protocolo IPv6? Dê seu ponto de vista.

m) Que benefícios você acha que sua empresa teria com a aplicação do Protocolo IPv6?

O formulário segue um roteiro, até para saber o tamanho de cada empresa e avaliar se tem diferenças nos dados. O outro ponto a se destacar nesse formulário é que ele é voltado para entender o quanto as empresas absorvem sobre esse protocolo e quais elas utilizam. Neste cenário, analisar os dados em relação às dificuldades na aplicação se torna mais fácil de entender.

6 METODOLOGIA

O presente tópico da pesquisa, tem o intuito de apresentar o tipo de pesquisa, o local onde foi trabalhado essa pesquisa, os dados coletados e como eles foram utilizados para contribuir na sondagem.

6.1 Tipo da Pesquisa

Para falar sobre o tipo da pesquisa é preciso primeiro entender a sua finalidade. Ela tem como finalidade principal entender quais dificuldades as empresas tem para aplicar o novo Protocolo IP, e conseqüentemente como funciona a transição do Protocolo IPV4 para o IPV6 apresentando técnicas de migração e os benefícios do novo protocolo.

Esta pesquisa foi realizada através de levantamentos bibliográficos, que tem como objetivo apresentar conceitos que envolvem sobre a migração entre as versões que o Protocolo IP apresenta, através de artigos, monografias, publicações digitais e livros, que estejam de acordo com o assunto tratado. Todavia autores como o Tanenbaum e a Plataforma WEB IPv6.br - que tem uma equipe renomada na área de redes - onde um deles apresenta bastante conceitos básicos que são necessários para o entendimento de redes e outro que é bem utilizado na apresentação das técnicas de transição e no entendimento delas, explicitando seus benefícios.

Entretanto, se referindo à sua metodologia a pesquisa quanto a sua natureza se caracteriza básica, pois ela visa mostrar resultados e trazer comparativos. Ela visa também contribuir com conhecimentos e buscar verdades. E a pesquisa básica trata-se disso, segundo Nascimento (2016, n. p.) “A pesquisa básica objetiva gerar conhecimento novo para o avanço da ciência, busca gerar verdades, ainda que temporárias e relativas, de interesses mais amplos, não localizados”.

Quanto ao seu objetivo, a presente pesquisa caracteriza-se como Exploratória, até por que visa ao pesquisador maiores informações sobre o assunto trabalhado, além de buscar maiores conhecimentos com pessoas que estejam na área e que já estão familiarizadas com o assunto. Para Gil (2008, n.p.) “proporcionar

maior familiaridade com o problema (explicitá-lo), pode envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado.”

Além da parte bibliográfica, a pesquisa também se utiliza do procedimento de Pesquisa de Campo na coleta de dados para resposta dos problemas que a pesquisa trata. A pesquisa de campo pode ser feita através de observações das atividades ou entrevistas de um grupo específico com a finalidade de aprofundamento de uma realidade ou buscar informações de um tal problema. Gil (2008, n.p.)

6.2 Local Trabalhado da Pesquisa

A pesquisa teve sua realização com um responsável pela parte de TI de cinco empresas de São Luís, são estas empresas: Inforbyte Desenvolvimento de Software, ONLINE-TELECOM, Instituto Maranhense do Rim, Infotech e Distribuidora Nascente. Nem todas as empresas tem o seu foco voltado para a entrega de soluções tecnológicas, e o tamanho das empresas variam, podendo assim trabalhar melhor com os resultados de acordo com o seu porte.

6.3 Coleta de Dados

A pesquisa de campo foi desenvolvida através de um formulário, que foi realizado através da plataforma do *Google Forms*, no período de novembro de 2020. O formulário foi enviado para o setor de TI das empresas, a pesquisa foi realizada dessa forma, por conta da pandemia, impossibilitando sua realização presencial, devido algumas empresas não aceitarem receber pessoas para este fim.

Juntamente com o formulário, foi atribuído também o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para que os dados coletados na pesquisa pudessem ser utilizados com o consentimento do entrevistado.

Com isso, a análise dos dados terá a finalidade de entender o porquê as empresas não adotam o protocolo IP. Portanto, os dados vão servir de base para mostrar quais as implicações e as dificuldades que as empresas terão para fazer a migração entre as versões do protocolo.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente tópico tem como objetivo apresentar os dados obtidos na pesquisa e analisá-los através dos conhecimentos bibliográficos apresentados nos tópicos desta pesquisa.

Diante dos assuntos tratados, e das perguntas que foram elaboradas no presente apanhado, ocorreu uma pesquisa de campo que foi elaborada através de um aplicativo chamado *Google Forms*. A pesquisa tem como intuito saber se as empresas de São Luís já utilizam do Protocolo IPv6 e principalmente saber o por que das empresas ainda não adotaram a nova versão do Protocolo IP.

Entretanto, a pesquisa foi feita em algumas empresas de São Luís, com os responsáveis pelo setor da Tecnologia da Informação de cada empresa.

7.1 Apresentação e análise das resposta da pesquisa de campo

O questionário foi realizado em cinco empresas de São Luís, e no presente tópico irão ser trabalhadas apenas as principais perguntas que envolvem o problema tratado na pesquisa. Seguem as perguntas e respostas abaixo:

O Protocolo IP é responsável pela parte de roteamento e endereçamento dos dispositivos na rede. Portanto, para o funcionamento interno da rede de uma empresa, esse protocolo é de extrema importância. Como podemos ver no tópico 03 do presente trabalho, onde explica seu funcionamento. Com isso, a pergunta a seguir tem como objetivo saber o quanto os entrevistados entendem em relação ao protocolo.

A) O quanto você entende do Protocolo IP?

- 1) O suficiente para configurar uma rede.
- 2) Básico.
- 3) Suficiente para atender satisfatoriamente os clientes.
- 4) Responsável pelo identificador de ids para que cada dispositivo possa ter sua identificação.
- 5) Responsável pelo transporte e elaboração dos datagramas IP (pacote de dados), faz parte da camada da internet.

Basicamente a pergunta tem a intenção de saber o nível do público em relação ao assunto. Como podemos ver, de acordo com os dados coletados, as empresas sabem para que serve o protocolo, alguns entendem mais sobre o assunto, outros só o básico.

O protocolo IP, é de suma importância para realização do funcionamento interno de uma empresa, sendo responsável para a configuração da rede e na identificação dos dispositivos conectados. Porém, cada empresa tem o seu respectivo valor de importância, isso depende muito também do porte da empresa e do preparo que a equipe de TI. Com isso, a pergunta a seguir tem como objetivo saber qual é a importância que cada empresa dá ao Protocolo.

B) Qual a importância dada na empresa para o Protocolo IP?

- 1) Total importância, pois nossas soluções são em nuvem.
- 2) Baixa.
- 3) Fundamental para a existência da empresa e seu funcionamento.
- 4) Permitir a identificação por meio de ids dos dispositivos logados na rede
- 5) É de suma importância, pois é onde conseguimos estabelecer uma distribuição dos IPs e dessa forma trafegar os dados na rede, de forma segura.

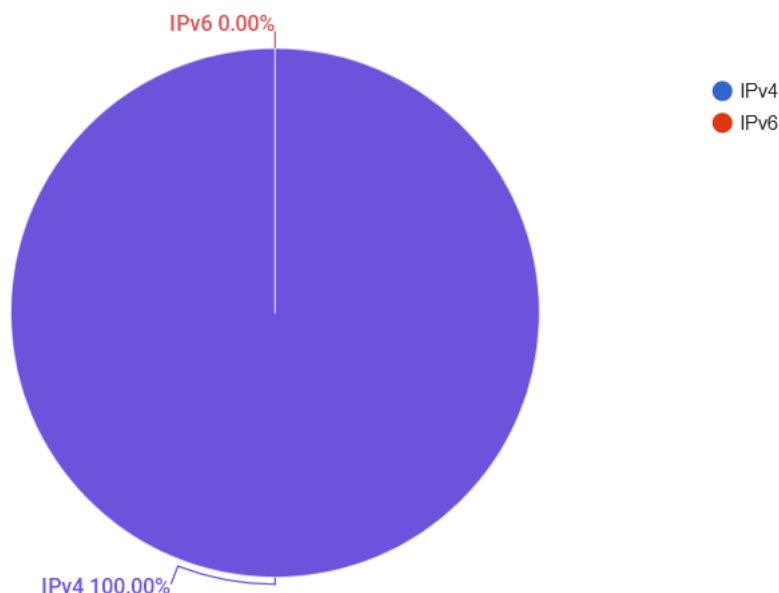
Sendo assim, pode-se notar que as empresas dão total importância para o Protocolo IP, justamente por ele ser responsável pelo tráfego de dados da empresa, e por manter o funcionamento. Porém, uma das empresas dissera que é baixa a importância empregada.

No tópico 3.1 da pesquisa, Pisa (2013, n.p.) afirma que o Protocolo IP mais utilizado atualmente é o Protocolo IPv4. A pergunta a seguir tem como intenção saber qual a versão do protocolo utilizado nas empresas.

C) Qual a versão do protocolo IP utilizada atualmente na empresa?

Gráfico 1 – Protocolo que a empresa utiliza.

Versão do protocolo utilizado na empresa



Fonte: Dados do questionário (2020).

Com esse gráfico, pode-se notar que o protocolo é utilizado em todas as empresas, assim podendo ver que ainda ele é o que as empresas mais utilizam atualmente, e assim comprovando também o que Pisa (2013, n.p.) afirma no tópico 3.1 deste trabalho.

Atualmente, o mundo vive a transição entre as versões desse protocolo e que ainda não está perto ter um fim Tanenbaum (2003 p.334). Porém, mesmo que todas as empresas que participaram do preenchimento do formulário ainda utilizam o IPv4, a pergunta feita abaixo, é para saber se as empresas tem noção que o protocolo IPv4 irá deixar de ser utilizado.

D) Dada a atual situação do mundo, você tem pleno conhecimento que o Protocolo IPv4 irá ser deixado de ser utilizado?

- 1) Sim.
- 2) Sim.
- 3) Sim. Por isso o IPv6 foi criado.
- 4) Sim.
- 5) Ainda há um longo caminho até esse encerramento do IPv4

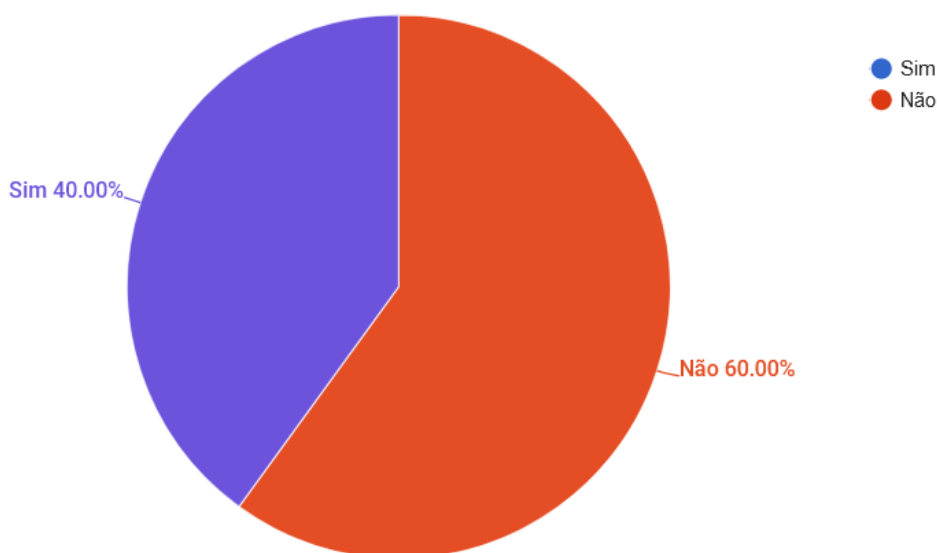
De acordo com as respostas, todos eles acham que o IPv4 irá ser substituído, porém um deles acha que ainda há um longo período para que isso possa acontecer. Com isso, podemos notar que realmente a versão mais antiga do protocolo IP irá deixar de ser utilizada com o passar dos anos. Isso é bem importante, por que com esse entendimento, as empresas já podem ir estudando as técnicas de transição e assim aplicá-las da maneira correta.

Diante deste cenário, as técnicas de migração de versões do protocolo IP se tornam algo bem importante. Portanto, é necessário conhecê-las e saber utilizá-las na aplicação da parte prática dentro de uma empresa. Com isso a pergunta feita a seguir, é se o grupo entrevistado sabe quais são as técnicas que se utilizam para fazer a migração entre os protocolos.

E) Devido à situação em que passamos, a substituição para a nova versão do protocolo IP é evidente. Você conhece as técnicas que são utilizadas para fazer a migração do IPv4 para o IPv6?

Gráfico 2 – Conhecimento sobre as técnicas.

Conhece as técnicas de migração de protocolos?



Fonte: Dados do questionário (2020).

Com o gráfico acima, podemos notar que, a maioria não conhece as técnicas de migração dos protocolos, podendo assim ser um dos fatores que causam para que as empresas não utilizem ainda o protocolo IPv6.

No tópico 4 deste trabalho, algumas das técnicas de migração são apresentadas, mostrando como ocorre seu funcionamento, a forma de aplicação e as suas respectivas vantagens. Porém, com os dados do Gráfico 2, podemos notar que os entrevistados ainda não conhecem bem as técnicas. Dentre os que conhecem, com a pergunta a seguir, iremos saber quais das técnicas é preferível por eles para a sua devida aplicação.

F) Dentre as técnicas de migração de protocolo IPv4 para o IPv6 quais você utilizaria em sua empresa?

- 1) Não conheço.
- 2) Não faço ideia.
- 3) Pilha dupla.
- 4) Não sei.
- 5) Pilha dupla.

A técnica de Pilha Dupla é uma das mais utilizadas para fazer a migração entre os protocolos e que ocorre de forma gradual podendo utilizar as duas versões de protocolo em conjunto como foi mostrado no tópico 4.1. Porém, além dessa, há várias outras maneiras de fazer essa mudança, podendo assim aparecer empecilhos

e dificuldades na utilização das técnicas, que é sobre essas dificuldades que trata as próximas perguntas.

G) Quais dificuldades você acha que poderá passar quando utilizar técnicas de migração de versões do protocolo IP?

- 1) Muita gente utiliza IP estático e vejo isso como uma dificuldade de migração.
- 2) Não faço ideia.
- 3) Conhecimento sobre a aplicação da técnica e custos.
- 4) Incompatibilidade.
- 5) Toda migração requer cuidados, principalmente em casos de grandes empresas, devemos gerenciar os possíveis riscos.

H) Quais as dificuldades você acha que poderá enfrentar quando tiver ocorrendo a troca de Protocolos IP?

- 1) Os softwares que são preparados para rodar em camada IPV4, e *harwares* que não possui suporte para IPV6.
- 2) Incompatibilidade.
- 3) Falta de conectividade e instabilidade na rede.
- 4) Perda de configurações de *proxy, firewall, etc.*
- 5) Não respondeu.

Quando ocorre a migração dentre os protocolos, é necessário tomar bastante cuidados por causa dos riscos que ocorrem. Dentre esses riscos, para o grupo entrevistado, a incompatibilidade, instabilidade na rede, os softwares que são programados para o IPv4, podem ser uma das dificuldades que eles possuem quando tiver tendo a troca entre os protocolos.

Porém, mesmo diante de todas as dificuldades que podem acontecer na troca entre os protocolos, o IPv4 deixará de ser utilizado. Portanto, a pergunta a seguir tem como intenção saber se as empresas já tem em mente se há a necessidade de troca atualmente.

I) De acordo com a atual situação da sua empresa, você vê a necessidade da troca do Protocolo IPv4 para o IPv6 futuramente?

- 1) Sim, pois os hardware e software terão que está preparados.
- 2) Não.
- 3) Não.
- 4) Em um futuro distante.
- 5) Futuramente sim, por ser um novo padrão, mas de momento o IPv4 nos supri todas as nossas necessidades.

Como podemos notar de acordo com as respostas, duas pessoas acham que ainda não, duas acham que sim, porém no futuro, e uma pessoa acha que já é necessário por conta que o *software* e *hardware* deverão estar preparados.

A pergunta a seguir, é de extrema importância pois é um dos pontos-chave da pesquisa, pois com ela é que irá entender o porque das empresas não adotarem o protocolo IPv6. Segue as respostas:

J) Por que sua empresa ainda não adotou o protocolo IPv6?

- 1) Ainda não vejo necessidade.
- 2) Não necessidade de troca devido a baixa quantidade de dispositivos contidos na empresa.
- 3) Aumento dos custos.
- 4) Não houve necessidade.
- 5) Não houve uma necessidade ainda.

Devido as respostas, podemos notar que as empresas ainda não vêm necessidade da adoção, e outra empresa acha que pode aumentar os custos dela, a baixa quantidade de aparelhos de uma empresa, também se tornou um fator para não adotar este Protocolo.

A pergunta abaixo está relacionada com pergunta elencada acima, porém seria a perspectiva de acordo com o cenário atual de todas as empresas. Seguem as respostas:

K) Por que o cenário atual de empresas ainda não adotou fortemente o Protocolo IPv6? Dê o seu ponto de vista.

- 1) Acredito que não existe tanta tecnologia que necessite da utilização de IPV6, sendo o IPV4 suficiente.
- 2) Incompatibilidade e não conhecimento de métodos para mudança.
- 3) Custos com implantação.
- 4) Desconhecimento sobre o assunto e não ser, ainda, uma necessidade básica.
- 5) Estamos dentro da normalidade, a migração deve ocorrer de forma gradativa.

Para o entrevistado 05, a migração está dentro do normal e deve ser de forma gradativa. Para os outros a incompatibilidade e as tecnologias de hoje ainda não oferecem esse suporte, e para outros, o desconhecimento sobre esse assunto é um dos fatores, podemos notar isso com os resultados desse formulário, quando a maioria não sabe as técnicas de migração.

Com o conhecimento dos benefícios que o Protocolo IPv6 pode trazer, as empresas podem assim adotar essa nova versão do Protocolo IP. Portanto, a

pergunta a seguir trata saber se as empresas sabem quais benefícios eles podem ter com a adoção do IPv6. Seguem as respostas:

L) Quais os benefícios você acha que sua empresa teria com a aplicação do Protocolo IPv6 nela?

- 1) Não sei responder.
- 2) Adquirir Novos dispositivos
- 3) Segurança e simplificação da operação com a rede.
- 4) Desconheço os benefícios do protocolo.
- 5) Aumento da capacidade de endereçamento e de segurança da rede.

De acordo com as respostas acima, podemos notar que a segurança é um ponto que pode melhorar com a aplicação do Protocolo IPv6, outro ponto é a capacidade de endereços para novos dispositivos como pode-se notar no tópico 3.2.2, onde vários autores apresentam as novas funcionalidades que o IPv6 apresenta, trazendo benefícios para a empresa que ainda utiliza o IPv4, e outras duas pessoas não souberam responder quais os benefícios podem ter, com a aplicação da nova versão do protocolo IP.

Com a pesquisa de campo pode-se notar também, que as empresas ainda não conhecem bem sobre a parte técnica do assunto, até por que a maioria não sabe as técnicas de migração. Com isso, podendo ser um fator chave na dificuldade na aplicação do IPv6. Além disso, as empresas ainda estão com um resultado ainda satisfatório em relação ao IPv4, porém sabem que com o tempo irão ter que migrar para o IPv6.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade que a tecnologia evoluiu nos últimos anos é de extrema importância no que diz respeito ao âmbito empresarial. Entretanto, o Protocolo IP é um dos grandes responsáveis para o funcionamento da rede de uma empresa, devido à sua finalidade de roteamento, endereçamento e transporte dos dados. Concluímos com a pesquisa, que há duas versões deste Protocolo o IPv4 e o IPv6, onde atualmente está havendo uma migração entre estas versões. Porém, o IPv4 ainda é o mais utilizado atualmente e traz com ele alguns problemas que o IPv6 veio com o intuito de corrigi-los.

Diante dos assuntos tratados na pesquisa, podemos notar que o objetivo geral de investigar as dificuldades das empresas para a adoção do protocolo IPv6 foi primordial para o andamento da pesquisa, conseguiu ser absorvido. Podemos notar através da aplicação do formulário, que muitas empresas tem pleno entendimento que o protocolo IPv4 futuramente vai deixar de ser utilizado, porém as empresas ainda não estão preparadas para isso, tanto financeira como tecnologicamente. Além disso, muitas empresas ainda estão satisfeitas com o que o protocolo IPv4 apresenta para elas. Outro ponto a se destacar em relação a isso, é que as empresas ainda não têm um certo conhecimento sobre a parte técnica da migração, ou seja, muitas delas ainda não conhecem as técnicas que possuem para fazer a migração entre as versões do Protocolo IP.

Em se tratando dos objetivos específicos, o primeiro que é de analisar as diferenças do IPv4 e do IPv6 são as melhorias que ele apresenta, conclui-se no capítulo 3 onde fala sobre as diferenças entre eles, as novas funcionalidades do IPv6 e os benefícios que ele apresenta, isso foi feito por meio de livros, artigos, teses, monografias acadêmicas e sites, ou seja, por meio da pesquisa bibliográfica. A mesma coisa se pode falar do segundo objetivo específico, que é entender como ocorre a transição do Protocolo IPv4 para o IPv6, no capítulo 4, apresenta-se as técnicas de transição dos protocolos, mostrando como funcionam, a forma de aplicação delas e quais os benefícios de cada uma. Já o terceiro objetivo específico, que é de analisar o impacto que Protocolo IPv6 pode causar dentro de uma empresa, se nota ao longo da pesquisa, onde é apresentado várias funcionalidades novas, e mostra também quais os erros que foram corrigidos do protocolo IPv4. Além disso, durante a pesquisa de campo, alguns entrevistados falaram que podem haver benefícios com a aplicação do Protocolo IPv6 em suas empresas, por exemplo: a segurança, fazendo assim que o terceiro objetivo também seja atingido.

d) A primeira hipótese traçada no começo da pesquisa é: O protocolo IPv6 ultimamente com suas novas funcionalidades vai se tornar mais útil; poderia ser feito a seguinte pergunta: “Devido as novas funcionalidades que o IPv6 apresenta e as novas aplicações já estarem sendo desenvolvidas para o ambiente IPv6, será que o protocolo IPv4 deixará de ser útil nas empresas?”. A segunda hipótese traçada foi: o protocolo IPv4 vai se tornar ultrapassado e com o tempo irá ser substituído pelo IPv6; a pergunta a seguir encaixaria devidamente: “De acordo com o crescimento populacional, o protocolo IPv4 deixará de ser utilizado?”. A

terceira e última hipótese traçada no início da pesquisa foi que: as empresas ainda não conhecem muito sobre a parte técnica sobre o assunto; com isso, a pergunta que melhor responde essa hipótese é: “Por que as empresas ainda não estão adotando o IPv6?”

Portanto, podemos concluir que o protocolo IPv6 ainda não está sendo optado muito pelas empresas, porém muitas delas sabem que o fim do IPv4 já está próximo e que a migração do protocolo é algo real, podemos notar isso com o formulário aplicado nas empresas da presente pesquisa. Com o formulário aplicado, podemos notar que as empresas ainda não tem conhecimento técnico sobre o assunto, até por que muitas delas ainda não conhecem as técnicas que são utilizadas para fazer a migração, outro ponto de destaque é que a aplicação desta migração requer um investimento financeiro e de tempo, sendo assim outro fator que contribua para que as empresas não apliquem ainda o IPv6.

Com isso, uma possível continuação da pesquisa, poderia ser feita através de um estudo de caso em uma determinada empresa, que faria a migração dos protocolos. Investigando assim na prática quais as dificuldades eles poderiam sofrer na troca, o tempo que seria feito essa troca e quais custos e investimentos deveriam ser feitos.

REFERÊNCIAS

CANNO, Renato Montes. **Redes IP I:** técnicas de migração de ambientes de redes ipv4 para ipv6. Técnicas de Migração de Ambientes de Redes IPv4 para IPv6. 2013. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeip1/default.asp>. Acesso em: 10 maio 2020.

CANNO, Renato Montes. **Redes IP II:** técnicas de migração de ambientes de redes ipv4 para ipv6. Técnicas de Migração de Ambientes de Redes IPv4 para IPv6. 2013. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeip2/default.asp>. Acesso em: 01 out. 2020.

CISCO. **Configuração de Túnel GRE no Cabo**. 2005. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/broadband-cable/cable-modems/12084-gre-tunnel-over-cable.html. Acesso em: 13 nov. 2020.

CISCO. **Perguntas mais freqüentes sobre QoS**. 2009. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/quality-of-service-qos/qos-policing/22833-qos-faq.html. Acesso em: 02 nov. 2020.

COSSETTI, Melissa Cruz. **O que é DNS?** 2020. Disponível em: <https://tecnoblog.net/283932/o-que-e-dns/>. Acesso em: 12 nov. 2020.

FOSTER, Evandro Donel. **O PROTOCOLO IPV6 E SUAS FORMAS DE IMPLANTAÇÃO**. 2012. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2012. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/EvandroDonelFoster/tcc-o-protocolo-ipv6-e-suas-formas-de-implantao>. Acesso em: 12 jul. 2020.

GAIDARGI, Juliana. **O que é TCP/IP e como funciona**. 2018. Disponível em: <https://www.infonova.com.br/artigo/o-que-e-tcp-ip-e-como-funciona/>. Acesso em: 05 maio 2020.

GIL, Robledo Lima. **Tipos de Pesquisa**. 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/ecb/files/2009/09/Tipos-de-Pesquisa.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2020.

GOMES, Pedro César Tebaldi. **Conheça os principais protocolos de rede e seus usos!** 2019. Disponível em: <https://www.opservices.com.br/protocolos-de-rede/>. Acesso em: 04 maio 2020.

HANSEN, Brian. **Redes IPv6:: características e componentes do protocolo para soluções de segurança**. Características e Componentes do Protocolo para Soluções de Segurança. 2013. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialipv6seg/default.asp>. Acesso em: 01 nov. 2020.

IPV6BR. **Cabeçalho**. 2012. Disponível em: <http://ipv6.br/post/cabecalho/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

KUROSE, James; ROSS, Keith. **Rede de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 3. ed. São Paulo: Person Education, 2005.

LOURENÇO, Robson Lima. **IMPLANTAÇÃO DO IPV6 NO SISTEMA AUTÔNOMO DO DECEx (DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO BRASILEIRO)**. 2013. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gerência de Redes de Computadores e Tecnologia Interne, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/3306/1/RLourenco.pdf>. Acesso em: 25 out. 2020.

MATSUNAGA, Igor. **O que é IPsec?** 2018. Disponível em: <https://nsworld.com.br/o-que-e-ipsec/>. Acesso em: 12 maio 2020

MINELLI, Drielly . **TRANSIÇÃO IPV4/IPV6 UTILIZANDO A TÉCNICA PILHA DUPLA**. 2017. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Ecnologia em Sistemas de TelecomunicaÇões, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

NASCIMENTO, Brenzink do. **Qual a Maior Diferença entre IPv4 e IPv6?** 2019. Disponível em: <http://www.dltec.com.br/blog/redes/diferencas-entre-ipv4-e-ipv6/>. Acesso em: 5 out. 2020.

NUNES, Sergio Eduardo. **Análise de impacto na transição entre protocolos de comunicação IPv4 e IPv6**. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

OSTEC. **QoS: O que é e quais os seus benefícios?** Disponível em: <https://ostec.blog/seguranca-perimetro/qos-e-seus-beneficios/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

PISA, Pedro. **O que é IP?** 2012. Disponível em: <https://www.techtodo.com.br/artigos/noticia/2012/05/o-que-e-ip.html>. Acesso em: 12 maio 2020.

RAMOS, Ramires; TOLEDO, Cícero. **TRANSIÇÃO IPV4 PARA IPV6**. 2013. 48 f. Monografia (Especialização) - Curso de Redes de Computadores, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

REIS, Fábio dos. **Estrutura de um Pacote IPv4:** - redes de computadores. - Redes de Computadores. 2016. Disponível em: <http://www.bosontreinamentos.com.br/redes-computadores/estrutura-de-um-pacote-ip-redes-de-computadores/>. Acesso em: 18 maio 2020.

REIS, Fábio dos. **Formato do Cabeçalho IPv6**. 2020. Disponível em: <http://www.bosontreinamentos.com.br/redes-computadores/formato-do-cabecalho-ipv6/>. Acesso em: 4 out. 2020.

SANTOS, Rodrigo Regis dos; MOREIRAS, Antônio M.; REIS, Eduardo Ascenço; ROCHA, Ailton Soares da. **CURSO IPv6 BÁSICO**. São Paulo: Nic.Br, 2010.

SILVA, Priscylla. **5 empresas que mais investiram em tecnologia em 2018 e seus resultados**. 2019. Disponível em: <https://gobacklog.com/blog/empresas-que-mais-investiram-em-tecnologia-em-2018/> Acesso em: 14 de março de 2019.

SOUSA, Adeyvison Mota de. **IMPLEMENTAÇÃO DA TÉCNICA DE PILHA DUPLA PARA TRANSIÇÃO DE REDES IPV4PARA REDESIPV6**. Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/398/AdeyvisonMotaSousaTCC-Final%20-AJUSTADO.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 maio 2020.

SOUZA, Nilton Rodrigues *et al.* **COMPARATIVO ENTRE AS TÉCNICAS DE TRANSIÇÃO DO IPV4 PARA IPV6**: tradução, tunelamento e pilha dupla.. 2018. 25 f. TCC (Graduação)

TANENBAUM, Andrew S.. **Rede de Computadores**. 4. ed. Amsterdam: Campus, 1990.

TARANTO, Leandro Bomfim. **Técnicas de Transição para IPv6**. 2013. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Redes de Computadores e Tecnologia Internet, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações E-pesquisas Computacionais, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/3304/4/LBTaranto.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2020.

ZAMBARDA, Pedro. **Os protocolos IPv4 esgotaram e seu roteador continua funcionando? Entenda**. 2014. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/06/os-protocolos-ipv4-esgotaram-e-seu-roteador-continua-funcionando-entenda.html>. Acesso em: 12 maio 2020.

APÊNDICE A – Perguntas feitas na pesquisa de campo

Perguntas	Resposta 1	Resposta 2	Resposta 3	Resposta 4	Resposta 5
Qual a empresa?	Inforbyte desenvolvimento de software	Infotech	ONLINE-TELECOM	Instituto Maranhense do Rim	Distribuidora Nascente

Qual o seu nome e o cargo atual dentro da empresa?	Diretor	Gestor	Atendente de suporte técnico	Operador de CFTV / NTI	TI
O quanto você entende do protocolo IP?	O suficiente para configurar uma rede.	Básico.	Suficiente para atender satisfatoriamente os clientes.	Responsável pelo identificador de ids para que cada dispositivo possa ter sua identificação.	Responsável pelo transporte e elaboração dos datagramas IP (pacote de dados), faz parte da camada da internet.
Qual a importância dada na empresa para o protocolo IP?	Total importância, pois nossas soluções são em nuvem.	Baixa.	Fundamental para a existência da empresa e seu funcionamento.	Permitir a identificação por meio de ids dos dispositivos logados na rede	É de suma importância, pois é onde conseguimos estabelecer uma distribuição dos IPs e dessa forma trafegar os dados na rede, de forma segura.
Qual a versão do protocolo IP utilizada atualmente na empresa?	IPv4	IPv4	IPv4	IPv4	IPv4
Dada a atual	Sim.	Sim.	Sim. Por isso o IPv6	Sim.	Ainda há um longo

situação atual do mundo, você tem pleno conhecimento que o protocolo IPv4 irá ser deixado de ser utilizado?			foi criado.		caminho até esse encerramento do IPv4
Devido à situação em que passamos, a substituição para a nova versão do protocolo IP é evidente. Você conhece as técnicas que são utilizadas para fazer a migração do IPv4 para o IPv6?	Não	Não	Sim	Não	Sim
Dentre as técnicas de migração de protocolo IPv4 para o IPv6 quais você utilizaria em sua	Não conheço.	Não conheço.	Pilha dupla.	Não sei.	Pilha dupla.

empresa?					
Quais dificuldades você acha que poderá passar quando utilizar técnicas de migração de versões do protocolo IP?	Muita gente utiliza IP estático e vejo isso como uma dificuldade de migração.	Não faço ideia.	Conhecimento sobre a aplicação da técnica e custos.	Incompatibilidade.	Toda migração requer cuidados, principalmente em casos de grandes empresas, devemos gerenciar os possíveis riscos.
Quais as dificuldades você acha que poderá enfrentar quando tiver ocorrendo a troca de protocolos IP?	Os softwares que são preparados para rodar em camada IPV4, e hardwares que não possui suporte para IPV6.	Incompatibilidade.	Falta de conectividade e e instabilidade na rede.	Perda de configurações de proxy, firewall, etc.	Não respondeu.
De acordo com a atual situação da sua empresa, você vê a necessidade da troca do protocolo IPv4 para o IPv6 futuramente?	Sim, pois os hardware e software terão que está preparados.	Não.	Não.	Em um futuro distante.	Futuramente sim, por ser um novo padrão, mas de momento o IPv4 nos supri todas as necessidades.
Por que sua empresa ainda não	Ainda não vejo necessidade	Não necessidade de troca devido a	Aumento dos custos.	Não houve necessidade.	Não houve uma necessidade e ainda.

adotou o protocolo IPv6?		baixa quantidade de dispositivos contidos na empresa.			
Por que o cenário atual de empresas ainda não adotou fortemente e o protocolo IPv6? Dê seu ponto de vista.	Acredito que não existe tanta tecnologia que necessite da utilização de IPV6, sendo o IPV4 suficiente.	Incompatibilidade e não conhecimento de métodos para mudança.	Custos com implantação.	Desconhecimento sobre o assunto e não ser, ainda, uma necessidade básica.	Estamos dentro da normalidade, a migração deve ocorrer de forma gradativa.
Quais os benefícios você acha que sua empresa teria com a aplicação do protocolo IPv6 nela?	Não sei responder.	Adquirir Novos dispositivos	Segurança e simplificação da operação com a rede.	Desconheço os benefícios do protocolo.	Aumento da capacidade de endereçamento e de segurança da rede.