

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DE SANTA MARIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE
COMPUTADORES

Manoela Durão Sanches

**ESTUDO DE CASO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO IPV6
NO CENÁRIO ATUAL DE SANTA MARIA**

Santa Maria, RS

2017

Manoela Durão Sanches

**ESTUDO DE CASO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO
IPV6 NO CENÁRIO ATUAL DE SANTA MARIA**

Manoela Durão Sanches

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Tecnólogo em Redes de Computadores.**

Orientador: Tecg. Bolívar Menezes da Silva

Santa Maria, RS

2017

Manoela Durão Sanches

ESTUDO DE CASO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO IPV6 NO CENÁRIO ATUAL DE SANTA MARIA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Tecnólogo em Redes de Computadores.**

Aprovado em 12 de julho de 2017:

Bolívar Menezes da Silva (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Thales Nicolai Tavares, Tecg. (UFSM)

Márcia Henke, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS

2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu e me deu forças para que os obstáculos postos em minha jornada fossem ultrapassados com glória.

Aos meus pais por seu apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, que me fortaleceram em todas as decisões relacionadas à minha conduta pessoal e em cada vitória conquistada.

Obrigada ao meu esposo Guilherme Mallmann Da Silva que foi compreensível nos momentos em que estive sensível e ausente.

A todos da minha família que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal.

RESUMO

ESTUDO DE CASO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO IPV6 NO CENÁRIO ATUAL DE SANTA MARIA

AUTOR: MANOELA DURÃO SANCHES

ORIENTADOR: Bolívar Menezes da Silva

Com o crescimento global da Internet e o esgotamento de endereços IPv4 originado pelo aumento de dispositivos ligados a rede, se faz necessário que outro protocolo seja implementado para substituir o *Internet Protocol version 4* (IPv4), pois esse protocolo já não supri as demandas de endereçamento. Assim sendo, o protocolo *Internet Protocol version 6* (IPv6) visa suprir a escassez de endereços, pois possui uma faixa de endereçamento maior. Contudo, o processo de migração entre os protocolos pode ser lento, por este motivo técnicas de transição foram criadas para que as tecnologias existentes não sofressem de imediato um grande impacto, com essas técnicas é possível a coexistência e a comunicação de ambos os protocolos em infraestruturas diferentes. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um estudo de caso sobre o processo de transição do protocolo IPv4 para o IPv6 na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Para isso um questionário com perguntas relacionadas ao protocolo IPv6 foi formulado e aplicado em algumas empresas. E através das respostas concedidas pelas empresas, foi possível identificar que a migração entre os protocolos não está sendo realizada, e o mais utilizado ainda é o protocolo IPv4, devido as empresas acreditarem que ainda há a necessidade de migração.

Palavras-chave: IPv6. IPv4. Empresas.

ABSTRACT

CASE STUDY ON IPV6 USING CURRENT SCENARIO IN SANTA MARIA

AUTHOR: MANOELA DURÃO SANCHES

ADVISER: Bolívar Menezes da Silva

With the global growth of the Internet and the depletion of IPv4 addresses caused by the increase of networked devices, it is necessary that another protocol be implemented to replace Internet Protocol version 4 (IPv4), since this protocol no longer supplies the addressing demands. Therefore, the Internet Protocol version 6 (IPv6) protocol aims to overcome the scarcity of addresses, since it has a greater address range. However, the migration process between the protocols can be slow, so transition techniques were created so that existing technologies do not immediately suffer a great impact, with these techniques it is possible the coexistence and communication of both protocols in infrastructures many different. The present work aims to develop a case study about the transition process of the IPv4 protocol for IPv6 in the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul. For this purpose a questionnaire with questions related to the IPv6 protocol was formulated and applied in some companies. And through the responses provided by the companies, it was possible to identify that the migration between the protocols is not being carried out, and the most used is still the IPv4 protocol, because companies believe that there is still a need for migration.

Keywords: IPv6. IPv4. Companies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classes de endereçamento IP	15
Figura 2 - Formato datagrama IPv4	16
Figura 3 - Formato datagrama IPv6.....	19
Figura 4 - Funcionamento pilha dupla	20
Figura 5 - Funcionamento NAT/DNS64.....	21
Figura 6 - Técnica de tunelamento.....	22
Figura 7 - Prefixos IPv6	25
Figura 8 - Zoom prefixos IPv6.....	25
Figura 9 - <i>Websites</i> IPv6	26
Figura 10 - Zoom <i>websites</i> IPv6.....	26
Figura 11 - Usuários IPv6	27
Figura 12 - Zoom usuários IPv6.....	27
Figura 13 - Adoção do IPv6 no mundo.....	28
Figura 14 - Mapa da África.....	29
Figura 15 - Mapa da Ásia	30
Figura 16 - Mapa da América.....	31
Figura 17 - Mapa da Europa.....	32
Figura 18 - Mapa da Oceania.....	33

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Questionário de transição do IPv4 para o IPv6	41
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARPA	<i>Research and Advanced Research Projects Agency</i>
CIDR	<i>Classless Inter-domain Routing</i>
CPD	Centro de Processamento de Dados
DNS	<i>Domain Name System</i>
DNS64	<i>Domain Name System64</i>
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DHCPv6	<i>Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6</i>
EIGRP	<i>Enhanced Interior Gateway Routing Protocol</i>
EUI	<i>Extended Unique Identifier</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GRE	<i>Generic Routing Encapsulation</i>
IANA	<i>Internet Assigned Numbers Authority</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPv4	<i>Internet Protocol version4</i>
IPv6	Internet protocol version6
NAT	<i>Network Address Translation</i>
NAT64	<i>Network Address Translation 64</i>
NCP	<i>Network Control Protocol</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
OSPFv3	<i>Open Shortest Path version 3</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Objetivo Geral	12
1.1.2. Objetivos Específicos	12
1.1.3. Justificativa	12
1.2. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. INTERNET PROTOCOL VERSION 4	14
2.1.1. Endereçamento	14
2.1.2. Classes de Endereçamento	14
2.1.3. Datagrama IPv4	15
2.2. INTERNET PROTOCOL VERSION 6	17
2.2.1. Endereçamento	18
2.2.1.1. Representação de um Endereço IPv6	18
2.2.2. Datagrama IPv6	18
2.2.3. Técnicas de Transição	19
3. ADOÇÃO DO IPV6 NO BRASIL E NO MUNDO	24
3.1. ADOÇÃO DO IPV6 NO BRASIL	24
3.1.2. Dados Brasil	25
3.1.3. Usuários Brasil	26
3.2 ADOÇÃO DO IPV6 NO MUNDO	27
3.2.1. Distribuição do IPv6 no mundo	27
3.2.2. Continente Africano	28
3.2.3. Continente Asiático	29
3.2.4. Continente Americano	30
3.2.5. Continente Europeu	31
3.2.6. Continente Oceânico	32
4 TRABALHOS RELACIONADOS	34
5 METODOLOGIA	36
5.1 PERGUNTAS	36
5.2 FORMA DE COLETA	37
5.3 EMPRESAS	38
6 TRABALHO PROPOSTO	40
7 RESULTADOS	43
7.1 ADOÇÃO DO IPV6 NA CIDADE DE SANTA MARIA DIANTE DO CENARIO MUNDIAL	43
7.2 PRINCIPAIS DESAFIOS ENCONTRADOS PELO CPD NA TRANSIÇÃO DOS PROTOCOLOS	43
8 CONCLUSÃO	46
8.1 TRABALHOS FUTUROS	46
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
APÊNDICE A – RESPOSTAS CONCEDIDAS PELAS EMPRESAS	50

1 INTRODUÇÃO

Em 1966 a Agência de Pesquisas e de Projetos Avançados (ARPA), iniciou o projeto ARPANET para interligar computadores em centros militares e de pesquisa. O objetivo desse projeto era para que as estações funcionassem normalmente, mesmo que algum problema ocorresse em qualquer outra estação (Equipe IPv6, 2012).

Em 1983 a ARPANET teve um acentuado crescimento, atingindo a marca de 562 *hosts* ligados à rede. Esse crescimento levou a ARPANET a utilizar o *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) como protocolo padrão, eliminando assim, restrições impostas por outros protocolos de comunicação baseados na *Network Control Protocol*¹(NCP) (Equipe IPv6, 2012).

Descrito na ²RFC 791, o protocolo IP possui a função de fragmentar pacotes maiores para ser transmitidos em enlaces menores e também, identificar a origem e destino dos pacotes através dos endereços armazenados no cabeçalho do protocolo. A versão atual e utilizada desde aquela época do protocolo IP, é o *Internet Protocol version 4*, (IPv4) de 32 bits, que apesar de se mostrar robusto não supriu as demandas por endereços IPs como esperado ocasionando dentre outros, problemas relacionados a tabela de roteamento (Equipe IPv6,2012).

Para contrapor os problemas ocasionados algumas soluções foram tomadas, dentre elas:

- CIDR (*Class less Inter-domain Routing*): Permite que uma máscara seja associada a um endereço de rede, colocando uma barra e o tamanho da máscara em decimais, como por exemplo, o endereço 128.10.0.0 que possui 16 bits para rede e 16 bits para *host*, e que com a notação CIDR pode ser escrito como 128.10.0.0/16 (COMER, 2007).
- NAT (*Network Address Translation*): Permite que vários computadores de uma rede interna acessem a Internet utilizando um único IP válido (COMER, 2006).

¹ Primeiro protocolo da ARPANET.

² Protocolo de Internet, projetado para uso em sistemas interconectados de Redes de comunicação por computador com comutação de pacotes

Segundo KUROSE (2010) essas soluções não atenderam o crescimento exponencial da Internet sendo necessário implementar um novo protocolo IP. Assim surgiu o *Internet Protocol version 6* (IPv6) de 128 bits para endereçamentos com objetivos semelhantes ao do IPv4, porém com uma faixa de endereçamento maior.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um estudo de caso sobre o processo de transição do protocolo IPv4 para o IPv6, na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Esse estudo irá abranger algumas empresas provedoras de Internet como embasamento e validação desse estudo. Além de apresentar a abordagem utilizada e os principais desafios enfrentados no processo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para identificar o protocolo mais utilizado na cidade de Santa Maria os objetivos específicos a seguir se fazem necessário. Pois através deles será possível alcançar o objetivo proposto.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Apresentar um estudo de caso sobre o IPv6 na cidade de Santa Maria;
- Elaborar um questionário sobre o processo de transição do protocolo IPv4 para o IPv6;
- Selecionar empresas conhecidas da cidade para aplicar o questionário elaborado;
- Identificar os principais desafios enfrentados pelas empresas no processo de transição entre os protocolos;
- Identificar qual técnica de transição é a mais utilizada pelas empresas.

1.1.3 Justificativa

O IPv6 foi desenvolvido para suprir a demanda de endereços IP já que o seu antecessor o IPv4 não supriu a demanda como esperado. Assim sendo, é necessário que em algum momento haja a transição entre os protocolos, pois se sabe que com o avanço crescente da Internet e o esgotamento de endereços IPv4 essa mudança é inevitável. Desta forma, através do estudo proposto por este trabalho será possível conhecer a proporção de crescimento do IPv6, a abordagem utilizada e os principais desafios enfrentados no processo de transição das empresas selecionadas da cidade.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está segmentado em Capítulos da seguinte forma: O Capítulo 1 apresenta a introdução. O Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica do protocolo IPv4 e IPv6. O Capítulo 3 apresenta a adoção do IPv6 no Brasil e no mundo. O Capítulo 4 apresenta os trabalhos relacionados ao IPv6. O Capítulo 5 apresenta a metodologia utilizada. O Capítulo 6 apresenta o trabalho proposto. O Capítulo 7 apresenta os resultados da pesquisa. O Capítulo 8 apresenta a conclusão e a proposta de trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma breve descrição sobre os protocolos IPv4 e IPv6.

2.1 *INTERNET PROTOCOL VERSION 4*

O protocolo IP conforme é descrito na RFC 791, tem como propósito principal repassar datagramas em uma rede, baseado na interpretação de um endereço. Além disso, esse protocolo possui duas funções básicas:

- Fragmentar pacotes maiores para ser transmitido em enlaces menores;
- Identificar origem e destino de um pacote a partir de endereços alocados no cabeçalho do protocolo.

Porém, segundo a Equipe IPv6, 2012 apesar de se mostrar robusto, o IPv4 não previu aspectos como:

- O crescimento das redes e um possível esgotamento dos endereços IP;
- O aumento da tabela de roteamento;
- Problemas relacionados à segurança dos dados transmitidos;
- Prioridade na entrega de determinados tipos de pacotes.

Logo, esses aspectos contribuíram para a escassez de endereços IPv4, e a motivação para criar a nova geração do protocolo IP o IPv6.

2.1.1 Endereçamento

Segundo Kurose; Ross (2010) um endereço IPv4 é composto por 32 bits, sendo possível representar quase 4 bilhões de endereços diferentes. Esses endereços são representados na forma decimal de 0 a 255 e distribuídos em quatro campos de oito bits separados por “.”.

Exemplo:

11000000 10101000 00000000 01101100 = 192.168.0.108

2.1.2 Classes de Endereçamento

Com grande capacidade de locação de endereços o IP foi dividido em três classes da seguinte forma:

- **Classe A:** Sete bits para identificar rede e 24 bits para identificar *hosts* como, por exemplo, 01111111. 00000000. 00000000.00000000;
- **Classe B:** Quatorze bits para rede e 16 bits para *host* como, por exemplo, 10111111. 11111111.00000000.00000000;
- **Classe C:** 21 bits para rede e oito bits para *hosts* como, por exemplo, 11011111. 11111111. 11111111. 00000000 (Equipe IPv6, 2012).

A Figura 1 representa cada uma dessas classes e o tamanho proposto para abranger redes e *hosts*.

Figura 1 - Classes de endereçamento IP

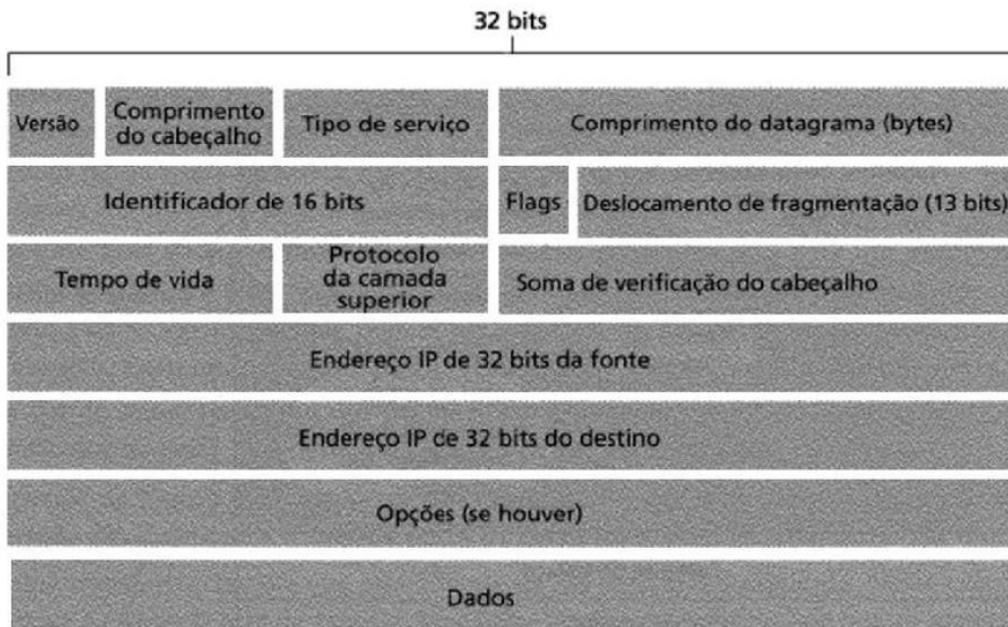
Classe	Formato	Redes	Hosts
A	7 bits Rede, 24 bits Host	128	16.777.216
B	14 bits Rede, 16 bits Host	16.384	65.536
C	21 bits Rede, 8 bits Host	2.097.152	256

Fonte: (Equipe IPV6, 2012).

2.1.3 Datagrama IPv4

Segundo Comer (2006) o datagrama IPv4 é dividido em áreas de cabeçalho e dados. A Figura 2 ilustra o formato do datagrama IPv4.

Figura 2 - Formato datagrama IPv4



Fonte: Kurose; Ross (2010, p. 248).

A seguir descreve-se cada um dos campos do datagrama.

- **Versão:** Esse campo determina a versão do protocolo IP utilizado;
- **Comprimento do cabeçalho:** Determina onde os dados do cabeçalho começam;
- **Tipo de serviço:** Datagramas podem ser diferenciados dependendo da sua complexidade como, por exemplo, uma aplicação de telefonia ou uma aplicação *File Transfer Protocol*³(FTP);
- **Comprimento do datagrama:** Determina o comprimento total do datagrama IP (cabeçalho mais dados);
- **Identificador, flags, deslocamento de fragmentação:** Esses campos se referem a fragmentações que ocorreram no datagrama;
- **Tempo de vida:** Determina o tempo que o datagrama deve permanecer na rede, sendo decrementado cada vez que passar pelo roteador. Desta forma garante que o pacote não permaneça na rede infinitamente;

³ Responsável por enviar arquivos para a *web*. A transferência é feita entre um servidor e um cliente.

- **Protocolo:** Utilizado somente quando um datagrama IP chega ao seu destino, pois indica o protocolo da camada transporte a qual esse datagrama deverá ser repassado;
- **Soma de verificação do cabeçalho:** Auxilia o roteador na detecção de erros. Uma soma é feita a cada dois *bytes* e o resultado dessa soma é associado a um complemento aritmético de um (1);
- **Endereço IP fonte e destino:** Nestes campos há o endereço de IP do remetente e o endereço IP do destinatário;
- **Opções:** Permite que um cabeçalho seja ampliado conforme a sua necessidade;
- **Dados:** Esse campo contém a camada transporte *Transmission Control Protocol*⁴(TCP) e *User Datagram Protocol*⁵(UDP) a ser entregue ao destino (Kurose; Ross, 2010).

2.2 INTERNET PROTOCOL VERSION 6

Segundo Kurose; Ross (2010) em 1990 a *Internet Engineering Task Force* (IETF) começou a desenvolver um protocolo para ser o sucessor do IPv4.

Esse novo protocolo deveria amenizar a escassez de endereços, suportar o crescimento exponencial da Internet e também atender as seguintes questões (Equipe IPV6, 2012):

- Escalabilidade: Suportar o crescimento da rede;
- Segurança: Analisar riscos, políticas, restrições e etc;
- Configuração e administração de rede: Para facilitar ambos os tópicos;
- Suporte a QoS: Conjunto de tecnologias gerenciadas priorizando o tráfego mais importante;
- Mobilidade: Suportar mudanças;
- Políticas de roteamento: Políticas que cada roteador deve seguir;

⁴ Processo de envio e recebimento de pacotes (para assegurar que os pacotes foram recebidos corretamente).

⁵ Processo de envio de pacotes, porém não verifica se os pacotes enviados foram recebidos.

- Transição: Métodos a quais ambos os protocolos poderiam se comunicar.

2.2.1 Endereçamento

Um endereço IPv6 é composto por 128 bits, sendo possível representar quase 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 endereços diferentes. Esses endereços são representados na forma hexadecimal de 0 a F e distribuídos em oito campos de 16 bits separados por “:” distribuídos em oito campos de 16 bits (Equipe IPv6, 2012).

Exemplo:

2001:0DB8:AD1F:25E2:CADE:CAFE:F0CA:84C1

2.2.1.1 Representação de um endereço IPv6

Devido a sua grande escalabilidade e difícil controle representativo, o IPv6 definiu algumas regras para simplificar endereços muito extensos. A seguir descrevem-se essas simplificações.

- É permitido utilizar caracteres maiúsculos e minúsculos;
- Zeros à esquerda podem ser omitidos;
- Sequências longas de zeros podem ser substituídas por “::”.

Exemplo:

O endereço 2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B pode ser escrito como 2001:DB8:0:0:130F::140B ou 2001:DB8::130F:0:0:140B. Porém a abreviação de um grupo de zeros só pode ser utilizada apenas uma vez, para que o endereço seja representado corretamente. (Equipe IPv6, 2012).

2.2.2 Datagrama IPv6

O datagrama IPv6 é maior que o datagrama IPv4, além de possuir menos informações (COMER, 2007).

A Figura 3 ilustra o formato do datagrama IPv6.

Figura 3 - Formato datagrama IPV6



Fonte: (Equipe IPV6, 2012).

A seguir descreve-se cada um dos campos do datagrama IPv6.

- **Versão:** Esse campo determina a versão do protocolo IP utilizado pelo roteador;
- **Classe de Tráfego:** Identifica a classe de tráfego. Esse campo é utilizado para escolher uma rota;
- **Identificador de Fluxo:** Identifica pacotes com o mesmo fluxo de comunicação;
- **Tamanho de Dados:** Determina o tamanho dos dados enviados em Bytes;
- **Próximo Cabeçalho:** Identifica o tipo de informação que segue no cabeçalho;
- **Limite de Encaminhamento:** Indica o número máximo de roteadores, que o pacote pode passar antes de ser descartado;
- **Endereço IP fonte e destino:** Nestes campos, há o endereço de IP do remetente e o endereço IP do destinatário (COMER, 2006).

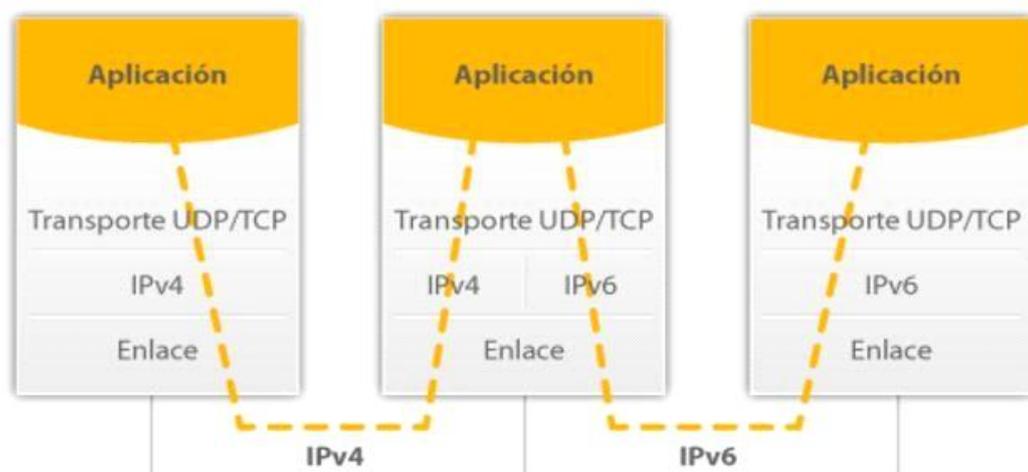
2.2.3 Técnicas de Transição

Para que o IPv6 fosse desenvolvido gradativamente, era necessário desenvolver mecanismos de transição. Esses mecanismos permitiriam a transição gradual entre os protocolos, além da comunicação em diferentes estruturas. Segundo a Equipe IPv6 (2012) as técnicas desenvolvidas são:

Pilha Dupla: A técnica de pilha dupla deve ser implantada sempre que possível, pois permite que um servidor possua suporte a IPv4 e a IPv6 com a capacidade de enviar e receber ambos os protocolos, além de ser a técnica indicada para uma infraestrutura baseada em IPv4. Ainda segundo o REGISTRO BR (2012) em uma comunicação comporta-se com um IP definido. A escolha deste IP é baseada no retorno de uma consulta de *Domain Name System*⁶(DNS) que pode retornar três consultas diferente, sendo uma com apenas um A que significa que a aplicação usa IPv4, pode retornar quatro A que significa que a aplicação usa IPv6 e pôr fim a consulta pode retornar quatro A seguido de um A, que nesse caso significa que a aplicação irá tentar primeiro uma conexão com o IPv6, que se falhar, irá tentar o IPv4.

A Figura 4 ilustra o funcionamento da técnica de pilha dupla que a partir do retorno de uma consulta DNS irá escolher se o caminho que irá seguir é em uma aplicação que utiliza somente IPv4, somente IPv6 ou ambos os protocolos.

Figura 4 - Funcionamento pilha dupla



Fonte: <http://portalipv6.lacnic.net/pt-br/dual-stack-ou-pilha-dupla/>.

⁶ É um sistema de gerenciamento de nomes hierárquico e distribuído para computadores, serviços ou qualquer recurso conectado à Internet ou em uma rede privada.

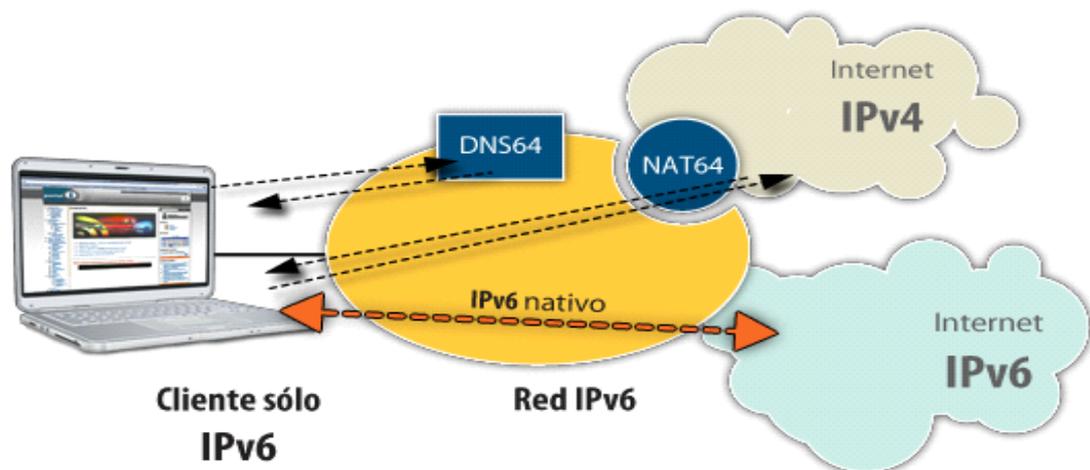
Além disso, vale ressaltar que este método permite uma implantação gradual do IPv6 e a opção de desabilitar a pilha IPv4 em cada nó caso no futuro o mesmo não seja mais utilizado (LACNIC, 20--).

Tradução: A técnica de tradução permite utilizar um dispositivo em uma rede para transformar pacotes IPv4 em IPv6, e através desse dispositivo realizar uma tradução para permitir uma comunicação em ambos os sentidos. Essa técnica é representada pelo NAT64/DNS64 no qual a rede é IPv6 nativa e utiliza uma tradução NAT para mapear pacotes IPv6 e IPv4, com o intuito final de chegar a *sites* nativos IPv4 (PORTAL IPV6, 20--).

Desta forma, a tradução aloca o prefixo IPv6: 64:ff9b::/96 para mapear endereço IPv4 para endereço IPv6. Além disso, há uma modificação no DNS para DNS64, para gerar um registro AAAA enquanto o destino não possui um endereço IPv6 (PORTAL IPV6, 20--).

O funcionamento dessa técnica fica mais entendível quando observamos a Figura 5, que representa duas redes diferentes, mas com um cliente em comum. O cliente solo IPV6, que tem acesso a uma rede IPv6 mas que necessita acessar *sites* de redes IPv4, havendo a necessidade de tradução de endereços representada na imagem com flechas pontilhadas.

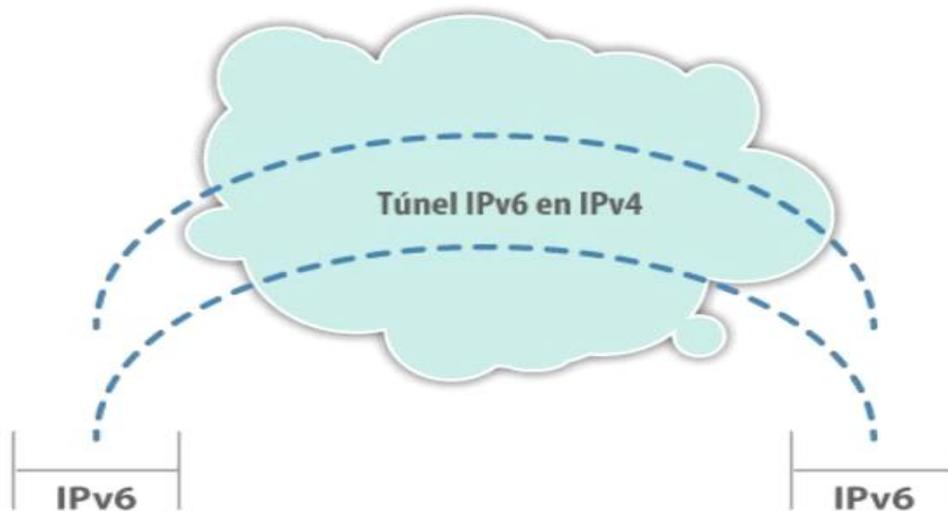
Figura 5 - Funcionamento NAT64/DNS64



Tunelamento: A técnica de tunelamento permite que um pacote IPv6 seja encapsulado em um pacote IPv4 para ser transportado em uma rede IPv4. Dessa forma, o pacote pode atravessar redes que não são IPv6 como ilustra a Figura 6.

O funcionamento dessa técnica consiste no transporte de pacotes até um determinado ponto da rede, utilizando o protocolo original. Esse pacote é encapsulado e enviado para a rede que não o suporta, e desencapsulado na outra extremidade para que possa ser enviado ao seu destino (PORTAL IPV6, 20--).

Figura 6 - Técnica de tunelamento



Fonte: <http://portalipv6.lacnic.net/pt-br/tuneis-encapsulamento/>.

A seguir, descrevem-se alguns dos tuneis mais comuns e utilizados dessa técnica conforme a Equipe IPV6 (2012).

- **Tunnel Brokers:** Essa técnica é recomendada para usuários domésticos e corporativos que querem testar ou implantar o IPv6. Essa técnica consiste na criação de um túnel da rede até um determinado provedor, e dentre esses se destacam:
 - <http://tunnelbroker.net/>: Serviço oferecido pela Hurricane Electric, que provê túneis para usuários domésticos ou corporativos.
 - <http://www.sixxs.net/main/>: Oferece redes fixas de tamanho/48 roteadas através do túnel (Equipe Ipv6, 2012).

Teredo: Essa técnica criada pela Microsoft, permite que nós localizados atrás do NAT obtenham conectividade IPv6, utilizando túnel IPv4 e o protocolo UDP. Porém, essa técnica não é recomendada, pois apresenta falhas e problemas relacionados à segurança, pois permite que um tráfego que seria bloqueado no IPv4 chegue ao seu destino. Contudo, para que esses problemas não ocorram, recomenda-se que o Teredo seja desabilitado em redes corporativas.

Túneis GRE: O *Generic Routing Encapsulation* (GRE), é uma opção de túnel estático para o transporte de IPv6 em redes IPv4. Esse túnel foi desenvolvido pela CISCO para encapsular diferentes protocolos, além disso, esse tipo de encapsulamento é suportado por muitos sistemas operacionais e roteadores, pois possibilita a criação de um link ponto a ponto.

Esse túnel consiste em pegar pacotes originais e adicionar o cabeçalho GRE, o cabeçalho IPv4 e enviar para o destino. Quando esse pacote chegar ao seu destino, o pacote original é encaminhado.

3 ADOÇÃO DO IPV6 NO BRASIL E NO MUNDO

Com o avanço constante da Internet o IPv6 está sendo cada vez mais utilizado, pois garante a continuidade e o crescimento global da Internet. Para acompanhar esse crescimento, o 6lab, Google e o laboratório APNIC monitoram a adoção do IPv6 pelo usuário final.

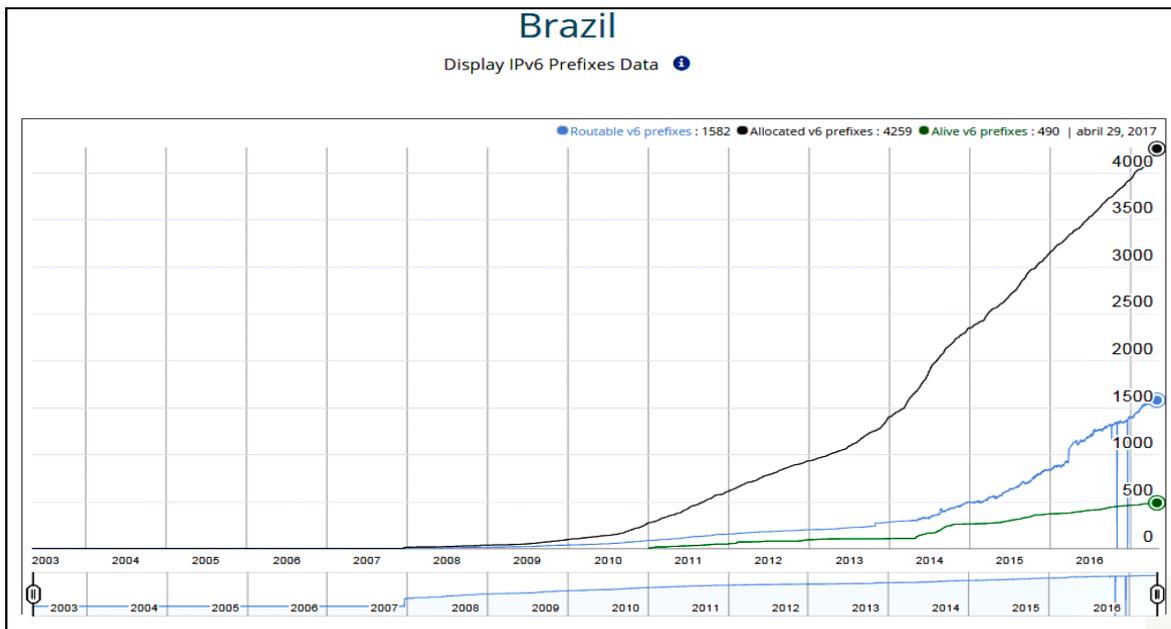
Esse monitoramento pode ser realizado através do código Java que está incorporado na página inicial do Google ou através do Ad de Rede no caso do APNIC. Contudo os resultados podem ser diferentes entre Google e APNIC, pois a amostra é diferente.

A seguir descreve-se o cenário atual do IPv6 no Brasil e no Mundo, baseados em amostras do 6lab - O lugar para monitorar a adoção do IPv6.

3.1 ADOÇÃO DO IPV6 NO BRASIL

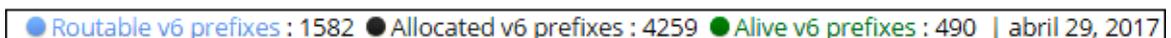
Segundo amostras do 6lab o protocolo IPv6 está crescendo aos poucos no Brasil. E esse crescimento pode ser visualizado na Figura 7 a qual destacam-se 1582 prefixos roteáveis representado pela linha azul, 4259 prefixos alocados representado pela linha preta e por fim 490 prefixos ativos representando pela linha verde e pela Figura 8 que demonstra somente esses prefixos.

Figura 7 - Prefixos IPv6



Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/cible.php?country=BR&option=all>.

Figura 8 - Zoom prefixos IPv6

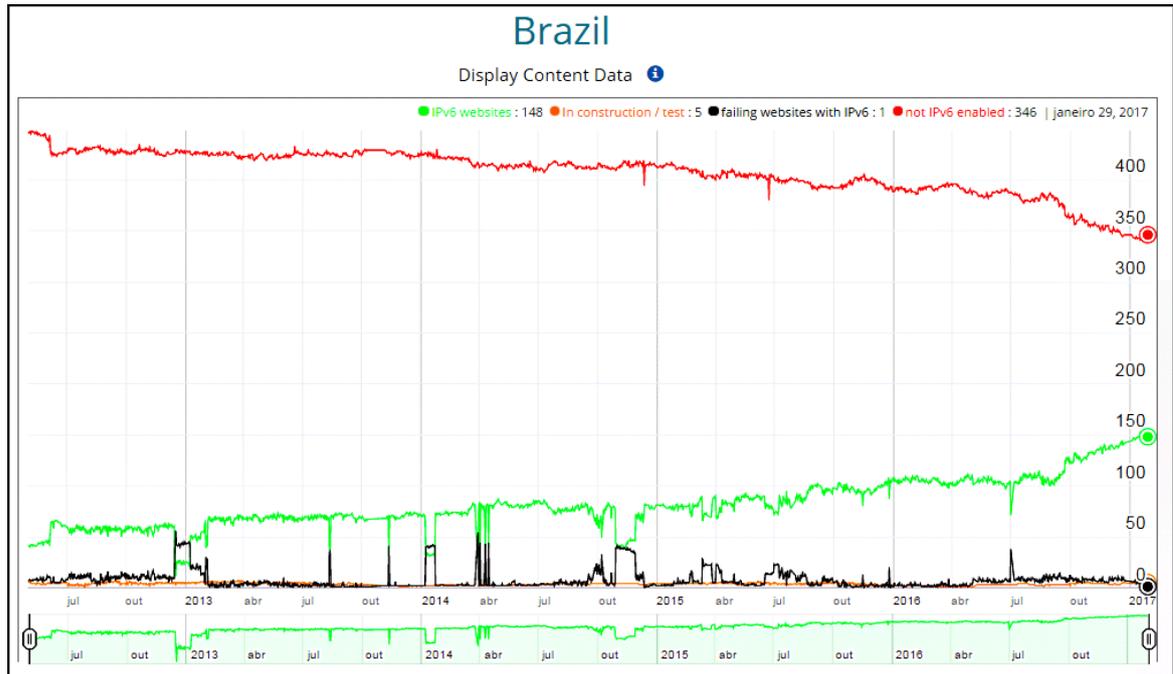


Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/cible.php?country=BR&option=all>.

3.1.2 Dados Brasil

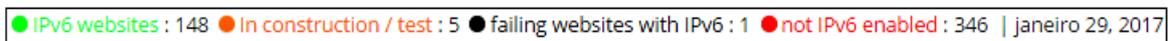
Ainda de acordo com amostras do 6lab a situação dos *websites* no Brasil também está crescendo. E esse crescimento pode ser visualizado na Figura 9 a qual se destacam 148 *websites* IPv6 representado na cor verde, 5 *websites* em construção ou em teste representado pela cor laranja, 1 *websites* com falha representado na cor preta e 346 *websites* não ativos representado pela cor vermelha e pela Figura 10 que demonstra somente esses dados.

Figura 9 - Websites IPv6



Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/cible.php?country=BR&option=all>.

Figura 10 - Zoom websites IPv6.

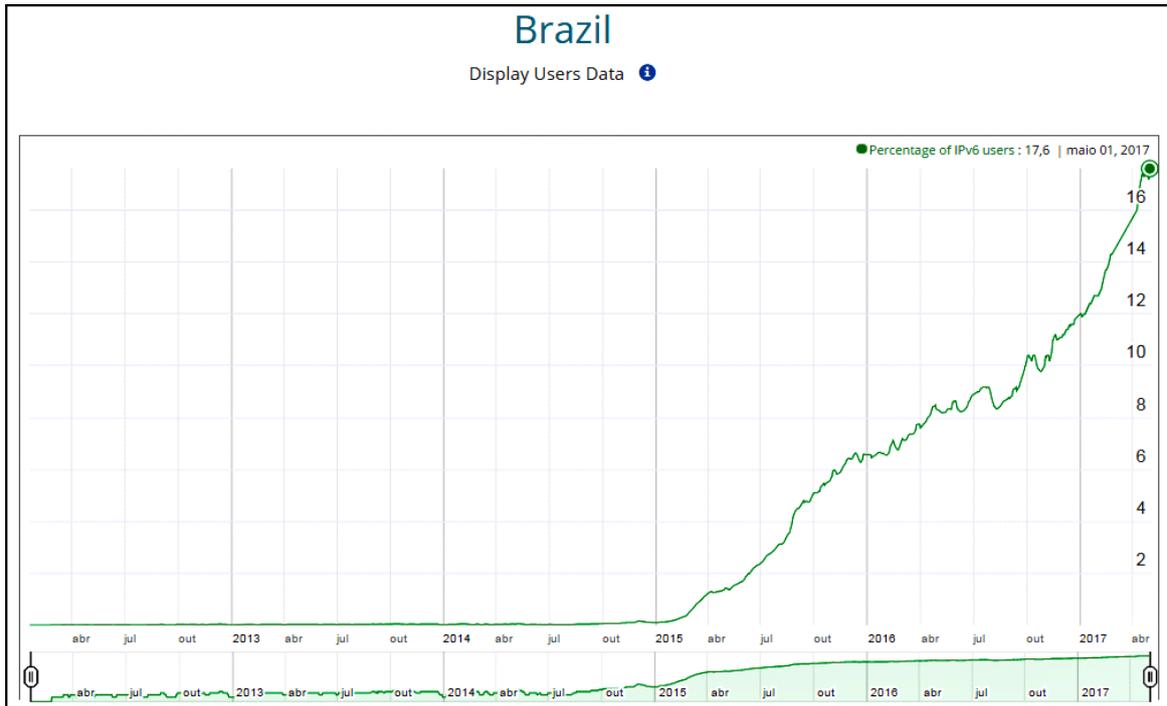


Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/cible.php?country=BR&option=all>.

3.1.3 Usuários Brasil

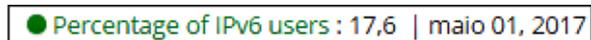
O número de usuários que utilizam IPv6 no Brasil também está crescendo, de acordo com a Figura 11 em maio de 2017 esse crescimento totalizou em 17,6%. Essa porcentagem está representada na Figura 12.

Figura 11 - Usuários IPv6



Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/cible.php?country=BR&option=all>.

Figura 12 - Zoom usuários IPv6



Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/cible.php?country=BR&option=all>.

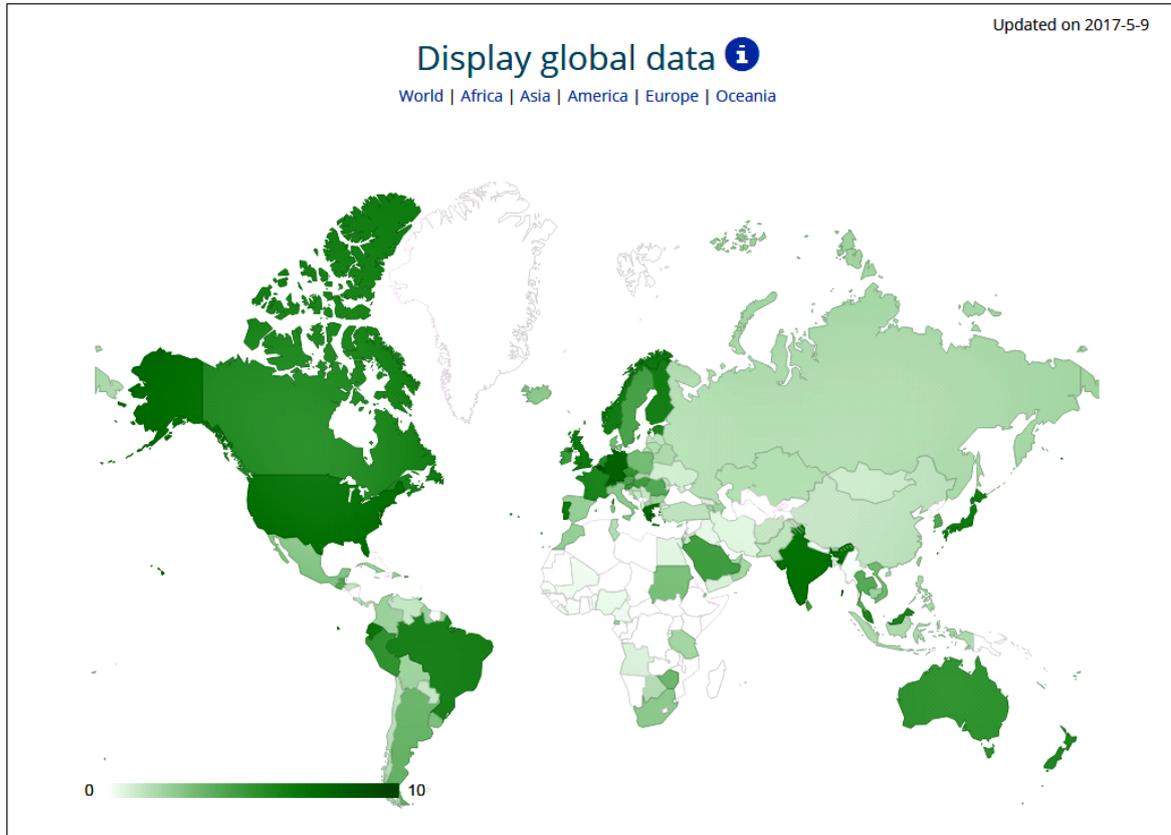
3.2 ADOÇÃO DO IPV6 NO MUNDO

Esta sessão apresenta uma breve descrição sobre a adoção do IPv6 no mundo e a utilização do mesmo nos continentes.

3.2.1 Distribuição do IPv6 no mundo

De acordo com o 6lab o IPv6 está em expansão no mundo, como mostra a Figura 13, vários países já fazem uso do novo protocolo. Sendo os Estados Unidos o maior deles em expansão.

Figura 13 - Adoção do IPv6 no mundo

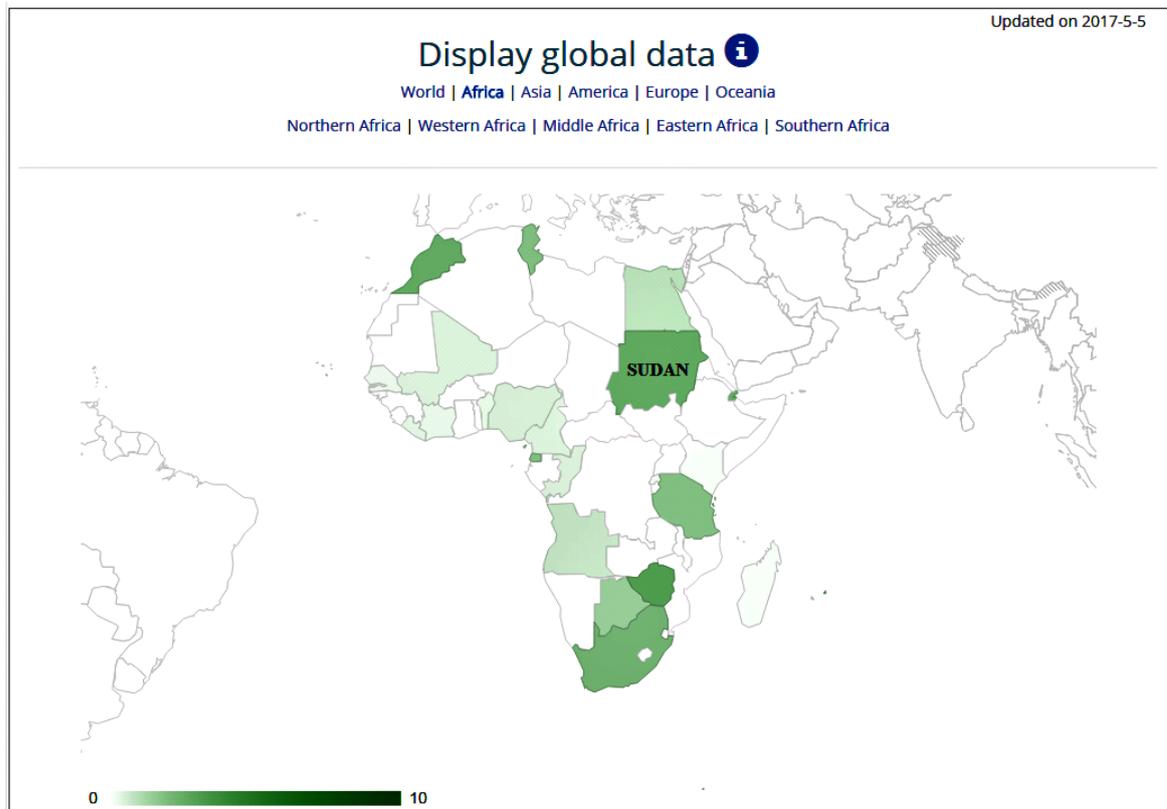


Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=all>.

3.2.2 Continente Africano

O continente africano é um dos maiores da terra com cerca de 30 milhões de Km². E também é considerado um dos continentes mais populosos da terra, perdendo apenas para a Ásia com aproximadamente 800 milhões de habitantes divididos em 54 países (SOGEOGRAFIA, 2007).

Contudo é um continente deficiente, em relação à abrangência da Internet, pois conforme a Figura 14 poucos territórios do continente Africano utilizam o IPv6. Esses territórios estão representados na cor verde e em tons diferentes e dentre estes o território de Sudan segundo o 6lab é o que mais utiliza o IPv6 no continente Africano representado no tom de verde mais escuro e (6lab, 200-).

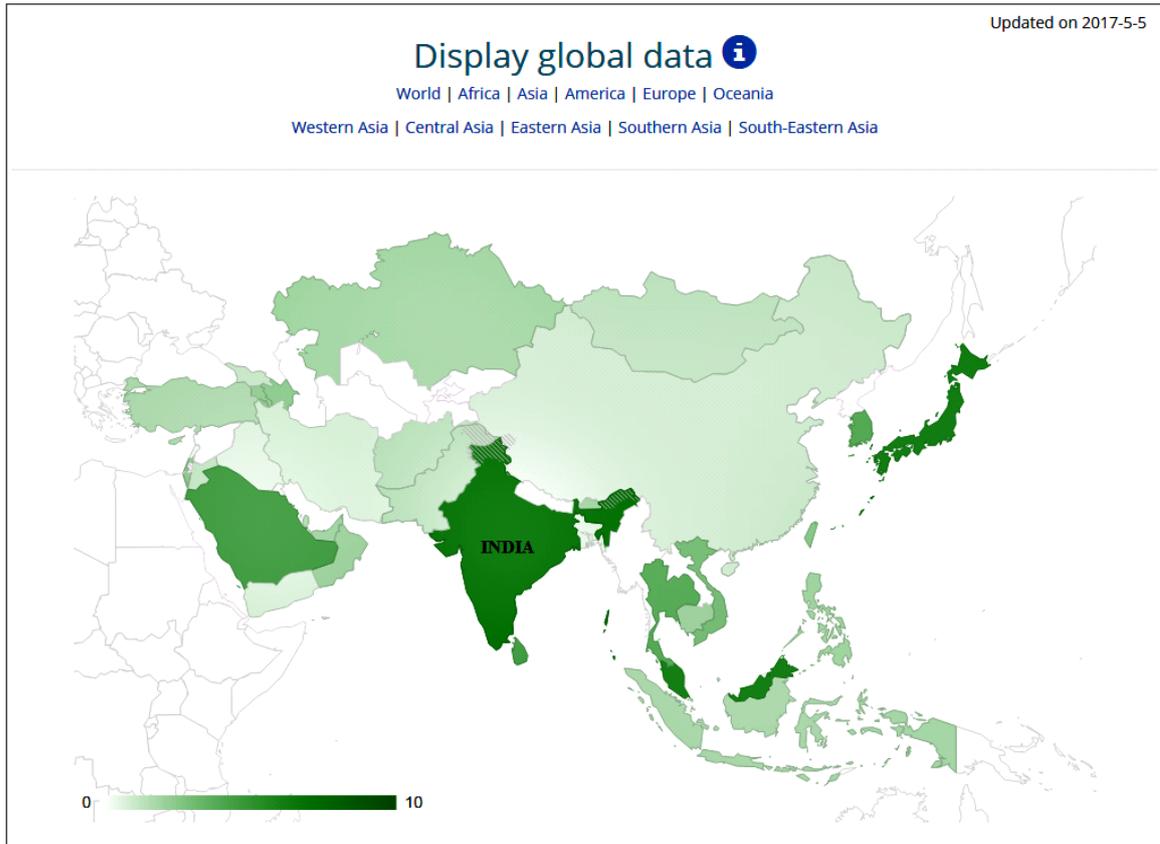
Figura 14 - Mapa da África

Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=all>.

3.2.3 Continente Asiático

O continente Asiático é considerado o maior e o mais populoso da terra, atingindo cerca de 49 milhões de km² abrigando 60% da população mundial (SOGEOGRAFIA, 2007).

De acordo com a Figura 15 o continente Asiático está utilizando o IPv6 em vários de seus territórios e muitos destes fazem bastante uso do novo protocolo. Esses territórios estão representados em verde escuro como, por exemplo, a Índia, enquanto os territórios representados em verde fraco indicam os territórios que fazem pouco uso do IPv6 (6lab, 200-).

Figura 15 - Mapa da Ásia

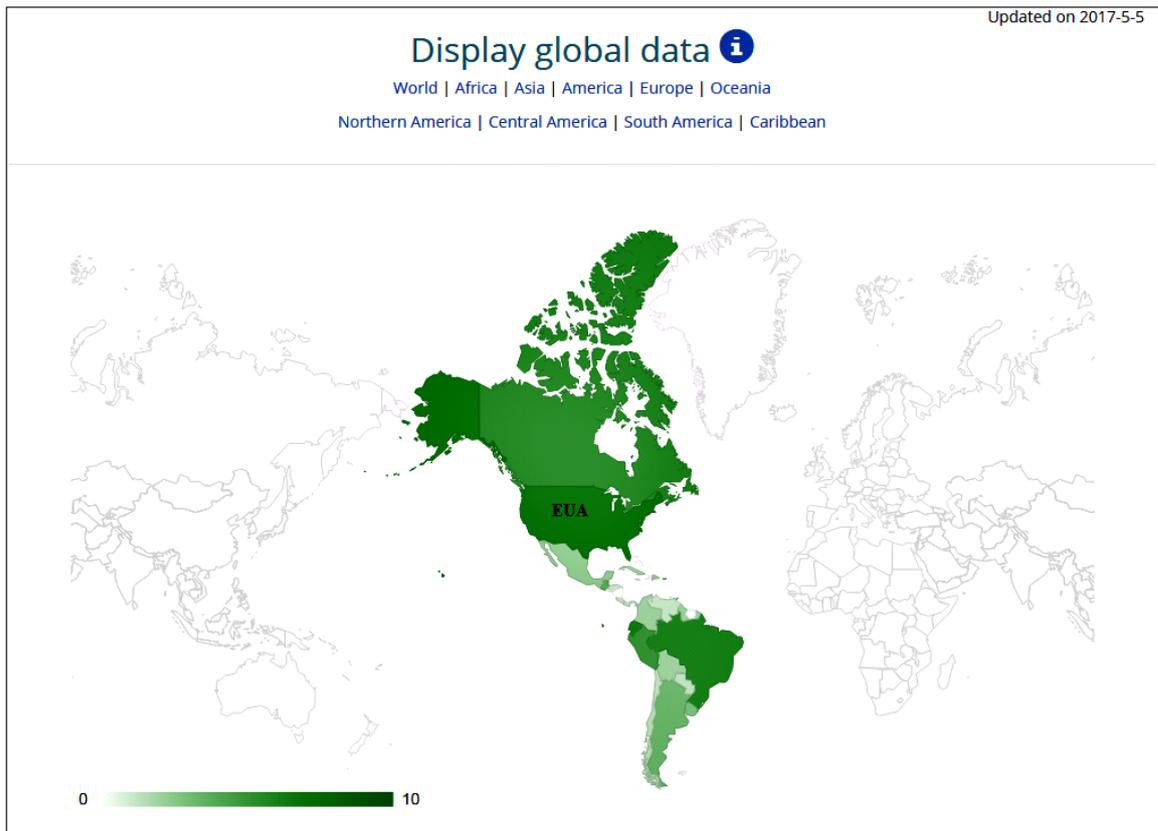
Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=all>.

3.2.4 Continente Americano

Localizada entre o oceano Pacífico e o Atlântico o continente Americano é o segundo maior do mundo com cerca de 42.189.120 km² de área e mais de 750 milhões de habitantes (SOGEOGRAFIA, 2007).

Segundo a Figura 16 os Estados Unidos é o país que mais utiliza o IPv6 no continente Americano, representado na cor verde escura (6lab, 200-).

Figura 16 - Mapa da America

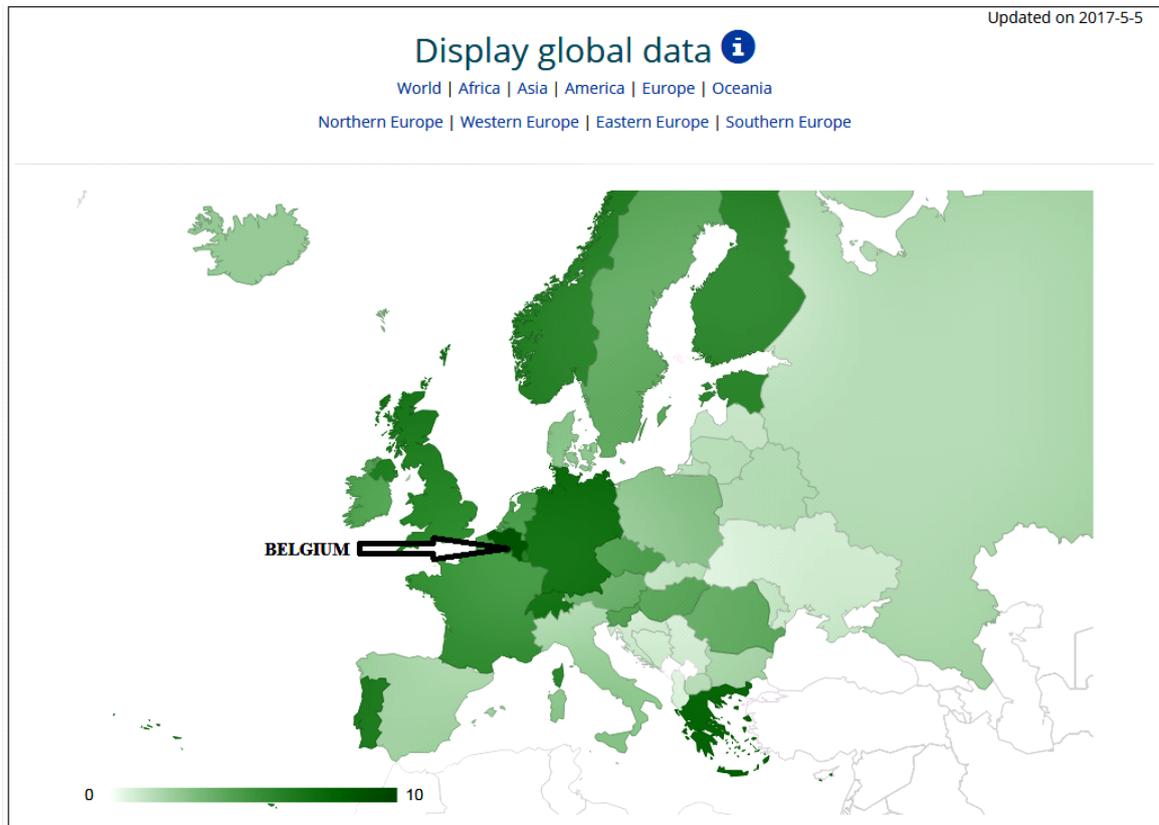


Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=all>.

3.2.5 Continente Europeu

Com superfície de 10.368.099 km² a Europa forma com a Ásia um conjunto de terras contínuas conhecidas como Eurásia. A parte continental é limitada a Norte pelo Oceano Glacial Ártico, a oeste pelo Oceano Atlântico, a sul pelo Mar Mediterrâneo, pelo Mar Negro, pelas montanhas do Cáucaso e pelo Mar Cáspio, e a Leste pelos Montes Urais e pelo Rio Ural (SOGEOGRAFIA, 2007).

Contudo, de acordo com a Figura 17 vários territórios do continente Europeu estão utilizando o IPv6. No entanto, o território que mais faz uso do IPv6 é a Bélgica, representado na cor verde escura (6lab, 200-).

Figura 17 - Mapa da Europa

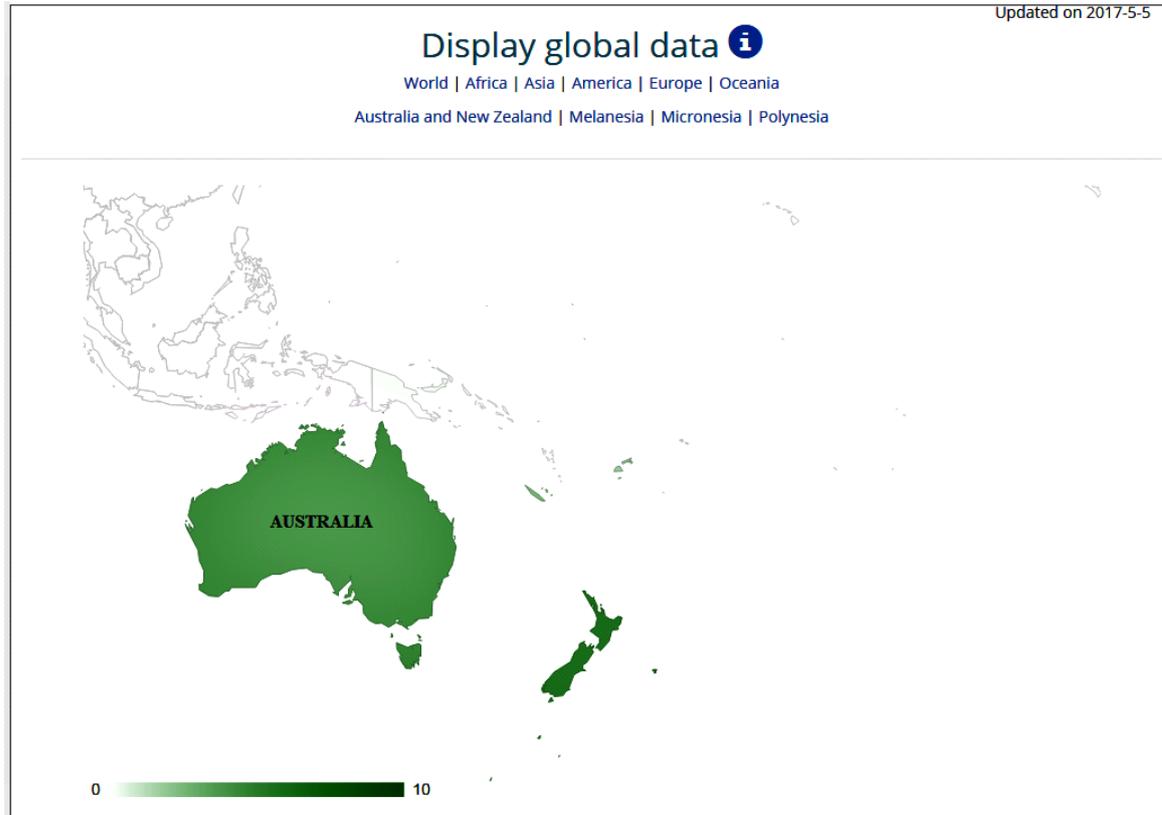
Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=all>.

3.2.6 Continente Oceânico

A Oceania é o menor continente da terra, com cerca de 8.480.355 km² e o segundo menor em população, sendo a Antártica o primeiro (SOGEOGRAFIA, 2007).

Segundo amostras dos 6 lab partes dos territórios do continente Oceânico utilizam o IPv6 como, por exemplo, a Austrália, representado na cor verde na Figura 18 (6lab, 200-).

Figura 18 - Mapa da Oceania



Fonte: <http://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=all>.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção serão apresentados trabalhos relacionados ao IPv6.

Donizete (2011) apresenta inicialmente uma breve descrição sobre os protocolos de Internet IPV4 e IPV6 para contextualizar o leitor. Além disso, técnicas de transição e técnicas de criação de túneis também são apresentadas como embasamento para o trabalho proposto. Pode-se salientar que as técnicas abordadas pelo autor permitem que pacotes IPv6 seja transmitidos por redes IPv4, sem a necessidade de mudança imediata. Porém, Donizete não detectou qual a melhor técnica de tunelamento existente e para trabalhos futuros pretende definir e implementar a melhor técnica de transição ou tunelamento existentes além das possíveis técnicas em desenvolvimento.

PAMPLONA. et (2014) concentram seu estudo na implementação do IPv6 através da técnica de transição de tunelamento, que permite redes IPv6 se conectarem através de redes IPv4. Para esse estudo uma aplicação foi simulada em roteadores Cisco com o programa ⁷ Packet Tracer 6.0.1 e para seu roteamento foram utilizados os protocolos ⁸ *Open Shortest Path First* (OSPF) e ⁹ *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (EIGRP). Para os autores a técnica abordada se demonstrou eficiente, pois além de estabelecer o túnel entre redes IPv6 através de redes IPv4 funcionou perfeitamente e é uma boa opção para empresas que estão migrando para o IPv6.

Silveira (2012) analisa o cenário de transição entre os protocolos IPv4 e IPv6, no qual uma rede IPv6 acessa e é acessada por uma rede IPv4. Dentre as técnicas de transição existentes, o autor escolheu para avaliar a técnica de transição de pilha dupla, a técnica NAT64/DSN64 e pôr fim a técnica ¹⁰IVI. Após essa avaliação o autor definiu que a técnica de pilha dupla é a técnica de transição que mais se encaixa no

⁷ Software que simula o comportamento de uma rede

⁸ Protocolo de roteamento para redes que operam com protocolo IP

⁹ Protocolo de roteamento por vetor de distância de propriedade da Cisco

¹⁰ O IVI foi desenvolvido para que servidores somente IPv6 da CERNET2 (Rede Acadêmica Chinesa), pudessem ser acessados da Internet IPv4.

cenário de transição, pois possui os dois protocolos e não apresenta nenhum problema na implementação como as demais técnicas citadas.

Silva (2015) apresenta a implementação dos métodos de pilha dupla, tunelamento *IPv6-over-IPv4* e tradução NAT64/DNS64, que são técnicas de transição já existentes, em um cenário composto por máquinas virtuais. Para ela, este estudo possibilitou conhecimento e domínio das diversas técnicas existentes, além de vivenciar as dificuldades de implantação, enfrentadas por muitos profissionais. Ainda segundo a autora pode-se também, observar peculiaridades de cada técnica, isso a levou a concluir que a escolha da técnica de transição deve ser baseada e adequada às características de cada rede.

Thomas. et (2016) apresenta através de uma pesquisa documental e descritiva de como os provedores de Internet de Santarém-PA, estão se preparando para a transição do IPv4 para o IPv6. E através dessa pesquisa identificar se os provedores estão capacitados, já que uma mudança nas redes pode vir a ocasionar transtornos aos usuários. Para alcançar o seu objetivo, um questionário misto, direcionado a oito empresas provedoras de Internet de Santarém, foi desenvolvido e aplicado. Contudo, o autor obteve resposta de apenas cinco empresas. Para o autor, as respostas obtidas demonstram que existe sim uma deficiência na preparação e na capacitação das ISPs em relação a seus colaboradores e a seus serviços no que consiste ao protocolo IPv6 e sua implementação.

Existem diversos trabalhos relacionados ao IPv6, como por exemplo o trabalho de PAMPLONA. et (2014), Silveira (2012) e Silva (2015) que apresentam e implementam técnicas de transição existentes em ambientes de testes, para identificar se a técnica implementada é viável e de fácil implementação. Enquanto Donizete (2011) apresenta um estudo sobre as técnicas de transição existentes, mas não identifica qual a melhor dentre elas. Thomas. et (2016) que apresenta uma pesquisa realizada em Santarém-PA para identificar se os provedores de Internet estão preparados para a transição entre os protocolos.

Os trabalhos relacionados apresentados visam incentivar a implementação de alguma das técnicas de transição e identificar se os profissionais da área de TI estão preparados para essa mudança. Diferentemente dos trabalhos abordados o objetivo proposto por este trabalho é identificar o protocolo mais utilizado em Santa Maria e as dificuldades encontradas pelos provedores de Internet nessa transição.

5 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a descrição sobre a metodologia utilizada na sessão 5.1 Perguntas, na sessão 5.2 Forma de coleta e na sessão 5.3 Empresas.

5.1 PERGUNTAS

As perguntas formuladas para o questionário visam extrair o máximo de seriedade do entrevistado, pois se sabe que dependendo dos objetivos da empresa há diferentes opiniões. Para atender a esse objetivo a metodologia escolhida foi a de uma pesquisa qualitativa (não leva em conta a representatividade numérica e sim a compreensão de um grupo ou organização) sendo os dados coletados através de uma entrevista semi-estruturada (combinam perguntas abertas e fechadas) (Nascimento, 2008).

A seguir descrevem-se as perguntas formuladas e o motivo pelo qual constam no questionário.

1ª - Tempo de atividade da empresa junto à sociedade?

- Essa pergunta além de conhecer um pouco mais sobre a empresa visa saber se ela foi criada antes ou depois do IPv6, pois caso tenha sido criada após o lançamento do IPv6 a empresa deveria ter implementado ou deveria possuir os dois protocolos.

2ª - Quantos clientes aproximadamente a empresa possui?

- Sabe-se que as tecnologias estão em constante evolução e muitas dessas, já possuem suporte ao IPv6. E muitos dos usuários finais também já podem ter acesso a esse suporte. Por este motivo essa pergunta está inclusa no questionário.

3ª - A empresa utiliza o protocolo IPv6?

- Essa pergunta possui a finalidade de introduzir o entrevistado no real objetivo do questionário.

4ª - Quando a empresa passou a utilizar o IPv6?

- Essa pergunta permitirá conhecer a quanto tempo a empresa utiliza o IPv6.

5ª - Quais técnicas de transição foram implementadas?

- Sabe-se que dentre as técnicas de transição existentes a melhor opção para uma rede que é estruturada sobre o IPv4 é a técnica de pilha dupla pois possui suporte a ambos os protocolos. Assim sendo, está pergunta visa identificar qual é a técnica implementada na empresa.

6º Porque a empresa escolheu essa técnica?

- Se a empresa escolheu uma técnica diferente da mais usual, deseja-se saber o motivo.

7ª A empresa encontrou dificuldades na implementação da técnica?

- Com essa pergunta será possível identificar quais dificuldades que a empresa enfrentou, ou seja, foi na implementação ou na utilização do IPv6.

8ª Porque a empresa não utiliza o IPv6?

- Essa pergunta visa compreender os motivos que levaram a empresa a não utilizar o IPv6 ou seja foi por falta de profissionais especializados ou por falta de interesse no protocolo.

9ª A empresa pretende implementar o IPv6 no futuro?

- Sabe-se que em algum momento o IPv6 deve ser amplamente utilizado, devido à escassez de endereços IPv4 e a provável limitação das soluções paliativas.

10ª A empresa entende e compreende que hoje o suporte ao IPv6 está disponível na maioria dos equipamentos utilizados nas redes?

- Através dessa pergunta, será possível avaliar os conhecimentos técnicos do entrevistado e o entendimento da empresa em relação ao futuro das redes.

5.2 FORMA DE COLETA

Para estudo e validação deste trabalho o questionário foi o método escolhido, pois através dele é possível realizar a coleta de dados de forma mais rápida e exata. E dentre as existentes formas de coleta (pesquisas por telefone, entrevistas face a

face e por e-mail) a entrevista face a face (para induzir o entrevistado a argumentar, e para que o entrevistador possa associar e argumentar) e coleta por e-mail (para que o conflito de horários entre o entrevistado e entrevistador não viessem a prejudicar a coleta de informações) foram as escolhidas, pois irá fornecer resultados mais representativos além da granularidade das respostas.

5.3 EMPRESAS

Com o objetivo de tornar este trabalho mais cauteloso o critério utilizado para a escolha das empresas foi baseado na sua conceituabilidade e credibilidade na cidade. Para isso, pesquisas relacionadas a reclamações do consumidor foram feitas, visando escolher somente as empresas com poucas ou nenhuma reclamações. Dentre essas empresas se destacam:

Ávato: A empresa Ávato (conhecida anteriormente como Omega Tecnologia) possui serviços especializados em TI e Telecon com foco em operações críticas e de valor estratégico para os seus clientes. Segundo a empresa sua missão é simplificar o dia a dia das demais empresas aplicando soluções inovadoras. Seguindo essa missão, a empresa alcançou reconhecimento pelo trabalho desenvolvido como, por exemplo, pela Microsoft que em 2008, reconheceu as competências da Ávato para desenvolver e implementar soluções avançadas em infraestrutura de redes.

Centro de Processamento de Dados (CPD): Em 1971 foi criado o Centro de Processamento de Dados, vinculado a Reitoria da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com a missão de prover serviços e soluções de Tecnologia de Informação e Comunicação que tenham por objetivo contribuir com a universidade. Além disso, almeja ser reconhecido como órgão estratégico do que tem por missão e obter o reconhecimento da comunidade universitária pela qualidade, inovação e agilidade de suas ações e serviços.

NET: A NET faz parte do grupo América Móvil, um dos maiores grupos de telefonia 3G do mundo e é a maior operadora de 3G os convergentes via cabo da América Latina. A NET oferece serviços como TV por assinatura, acesso à Internet, telefonia fixa e celular.

TellFree: Criada em 2005, a TellFree está em todo o país e tem por missão prover soluções de comunicação para o mercado corporativo, com suporte a serviços de voz com qualidade, segurança, tecnologia de ponta a garantir a

economia nos custos e integração da comunicação das empresas. Segundo a empresa, é o que a torna líder nas ofertas de telefonia IP e PABX IP Virtual (recursos de última geração, *online* e com o sistema ¹¹ *Cloud Computing*, para garantir praticidade).

ZumpNet: A Speakers Projetos e Execuções – ZumpNet, vem trabalhando em diferentes campos da comunicação e dentre estes, a área de conexões de Internet *wireless*. Desta forma, a empresa vem ocupando lugar e destaque na cidade e na região, pois possui uma ampla cobertura de sinal via rádio.

¹¹ Computação em Nuvem, tecnologia que garante que o usuário acesse remotamente seus programas sem a necessidade de equipamentos mais caros.

6 TRABALHO PROPOSTO

Este capítulo apresenta o questionário criado proposto como desenvolvimento e validação deste estudo.

O quadro 1 ilustra o questionário de transição do IPv4 para IPv6 proposto.

Quadro 1 - Questionário de transição do IPv4 para o IPv6.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DE SANTA MARIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES**

Questionário de transição do IPv4 para o IPv6

Autor: Manoela Durão Sanches
Orientador: Bolívar Menezes da Silva

Questionário respondido por:

Nome:

Cargo ou função desempenhada na empresa:.....

Empresa:.....

Data entrevista:.....

1. Tempo de atividade da empresa junto à sociedade?

- Menos de 1 ano
- Mais de 1 ano
- Mais de 3 anos
- Mais de 5 anos
- Mais de 10 anos

4 Quantos clientes aproximadamente a empresa possui?

- Menos de 100 clientes
- Mais de 100 clientes
- Mais de 300 clientes
- Mais de 500 clientes
- Mais de 1000 clientes

3. A empresa utiliza o protocolo IPv6?

- Sim (responda à questão seguinte)
- Não (responda a partir da questão nº 8)

4. Quando a empresa passou a utilizar o IPv6?

.....

5. Quais técnicas de transição foram implementadas?

Marque todas que se aplicam.

- Pilha Dupla
- Tradução
- Tunelamento

6. Porque a empresa escolheu essa técnica?

.....

7. A empresa encontrou dificuldades na implementação da técnica escolhida?

- Sim. Quais?.....
 Não

8. Porque a empresa não utiliza o IPv6?

- Não é de interesse da empresa utilizar o IPv6.
 A empresa não quer mudanças na infraestrutura da rede.
Por quê?.....

9. A empresa pretende implementar o IPv6 no futuro?

- Sim .
 Não.
Por quê?.....

10. A empresa entende e compreende que hoje o suporte ao IPv6 está disponível na maioria dos equipamentos utilizados nas redes?

- Sim
 Não

7 RESULTADOS

O questionário foi aplicado entre os meses de abril e junho do corrente ano na cidade de Santa Maria. Com dez perguntas sobre o processo de transição do IPv4 para o IPv6 o questionário foi direcionado a cinco empresas conhecidas da cidade, das quais apenas duas responderam. E com base nas respostas concedidas por essas empresas foi possível identificar que o IPv4 é o protocolo mais utilizado pois segundo a empresa TellFree a transição entre os protocolos ainda não é necessária. Contudo para o Centro de Processamento de Dados (CPD) da UFSM a transição entre os protocolos já é realidade e foi realizada através da implementação da técnica de pilha dupla.

As respostas concedidas pelas empresas podem ser verificadas no “APENDICE A” deste trabalho.

7.1 ADOÇÃO DO IPV6 NA CIDADE DE SANTA MARIA DIANTE DO CENÁRIO MUNDIAL

A cada ano que passa o protocolo IPv6 vem ganhando espaço no cenário mundial. Segundo dados levantados pelo 6lab, como pode ser visualizado nos gráficos apresentados no Capítulo 3. Apesar disso, na cidade de Santa Maria, de acordo com o estudo realizado e apresentado nesse trabalho, o protocolo IPv6 está sendo implementado de forma bastante lenta. As empresas locais, como a TellFree, por exemplo, ainda não observaram uma urgência muito grande em iniciar o processo de transição IPv4/IPv6.

Por outro lado, o Centro de Processamento de Dados (CPD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) já deram início ao processo de transição. Conforme será melhor abordado no capítulo 7, o CPD, desde 2014, adotou o método de pilha dupla, como técnica de transição.

7.2 PRINCIPAIS DESAFIOS ENCONTRADOS PELO CPD NA TRANSIÇÃO DOS PROTOCOLOS

Segundo a Equipe IPv6, 2012 a técnica de pilha dupla é a técnica de transição indicada para a transição entre os protocolos e deve ser usada sempre que possível. Por se tratar de uma técnica que admite a utilização do protocolo IPv4 e IPv6 ao mesmo tempo, a utilização de pilha dupla como técnica de transição tem sido bastante aceita e utilizada. Dadas as suas características, a técnica de pilha dupla foi a utilizada pelo CPD da UFSM.

De acordo com o CPD, a transição está sendo implementada gradualmente na universidade, tendo em média 30 mil computadores com um endereço IPv4 e IPv6. E embora a transição esteja sendo realizada gradualmente o CPD pretende manter o IPv4, devido a muitos usuários não possuírem suporte ao IPv6 e necessitarem utilizar os serviços que são oferecidos pela universidade como por exemplo o acesso a pagina da UFSM.

Para dar inicio a transição segundo o CPD não foi necessária a compra de novos equipamentos, pois desde 2010 houve o planejamento da transição. E desde então, a compra de novos equipamentos deveria ter suporte a IPv6 em suas funcionalidades, similares a de IPv4.

Contudo, durante a transição as seguintes dificuldades foram encontradas:

- O servidor ¹²*Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6* (DHCPv6) stateful não permitia mapear IPv6 para ¹³*Media Access Control* (MAC). Devido o mapeamento MAC/IP permitir a rastreabilidade de dispositivos vale ressaltar que a rastreabilidade vem a ser um ponto negativo e inoportuno, pois representa uma invasão de privacidade do usuário.
- *Router Advertisements* (roteadores falsos): Mecanismo utilizado pelos roteadores "falsos" para anunciar sua presença em um enlace. Além de anunciar sua presença como alternativa para rota, também transmite dados como, por exemplo, prefixos e DNS para que a autoconfiguração seja realizada, disseminando os demais nós do enlace.
- DHCPv6 *starvation*: Ataques a rede que levaram ao esgotamento dos endereços IPv6 do servidor DHCPv6.
- Microsoft Windows não utiliza a função *Extended Unique Identifier* (EUI-64) (permite que um *host* atribua um identificador de interface exclusivo de 64 bits

¹² Protocolo de configuração de *host* dinâmico para IPv6 (DHCPv6).

¹³ Endereço físico e único, que é associado à interfaces de comunicação utilizadas em dispositivos de rede.

da versão IP), o que impossibilita a rastreabilidade de dispositivos. A não utilização desta função pode ser observada de duas maneiras:

Usuário: Observando do ponto de vista do usuário a não utilização dessa função pode ser considerada uma coisa boa, pois não permite que o mesmo seja rastreado, mantendo assim sua privacidade.

Administrador: Observando do ponto de vista do administrador de uma rede, a não utilização dessa função pode ser um pouco inconveniente, já que, se o mesmo desejar notificar o dispositivo que fez uma determinada ação na rede, terá que utilizar outra forma de identificação.

- Certos equipamentos que trabalham na camada de rede como, por exemplo, o roteador não implementavam o DHCPv6 Relay (Permite a utilização de 1 servidor DHCP para múltiplas sub redes).
- Certos equipamentos que trabalham na camada de rede não implementavam o protocolo de roteamento IPv6, OSPFv3.

Embora essas dificuldades tenham sido encontradas a técnica implementada não casou nenhum impacto na infraestrutura física, apenas a duplicação de serviços como, por exemplo, roteamento, DHCP, e DNS.

8 CONCLUSÃO

Com o esgotamento de endereços IPv4 o protocolo IPv6 já é realidade em muitas redes pois além de suprir a escassez de endereços IP apresenta um aumento significativo de endereços. Porém o processo de migração de um protocolo para o outro pode ser difícil e demorado, por este motivo técnicas de transição devem ser implementadas para que redes IPv6 se comuniquem com outras redes IPv6 mesmo que a infraestrutura entre eles seja IPv4.

Embora a ideia inicial de transição fosse gradual, acreditava-se que a transição já estava sendo realizada. De acordo com o 6lab vários territórios já fazem uso do novo protocolo, sendo o continente americano o maior deles em expansão. Contudo, com base nos dados levantados por este estudo, foi possível identificar que a transição entre os protocolos na cidade de Santa Maria está sendo realizada de forma bastante lenta. De acordo, com esses dados, apenas o CPD da UFSM já deu início ao processo de transição, desde 2014 com a técnica de pilha dupla. Embora a técnica utilizada pelo CPD seja a indicada quando a rede é baseada no IPv4, dificuldades durante o processo de transição foram encontradas como por exemplo *Router Advertisements* falsos, utilizado pelos roteadores "falsos" para anunciar sua presença em um enlace, ataques DHCPv6 *starvation* para esgotar os endereços IPv6 do servidor DHCPv6. Contudo, as dificuldades encontradas não fizeram que o CPD viesse a desistir da transição, atualmente há 30 mil dispositivos conectados a rede com um endereço IPv4 e um endereço IPv6.

Assim sendo, pode-se concluir que embora a transição seja lenta e apresente algumas dificuldades durante a implementação de acordo com a técnica de transição implementada, a transição deve ser realizada de forma gradual, de modo que ambos os protocolos coexistam, devido não haver uma data final imposta para que os mesmos deixem de coexistir.

8.1 TRABALHOS FUTUROS

Como proposta de trabalhos futuros está a criação de um quadro comparativo, que compara as principais técnicas de transição entre IPv4 e IPv6, identificando os pontos fortes e fracos de cada uma, bem como as prováveis

dificuldades encontradas. A partir disso, será gerada uma guia que orienta a melhor técnica a ser utilizada em cada contexto. Esse guia terá o intuito de incentivar as empresas e/ou instituições a iniciar o processo de transição.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVATO. **Referenciais estratégicos**. Disponível em: <<http://www.avato.com.br>>. Acesso em 2016.
- B, S.H. **Endereço IPv6 e Função EUI-64 no Microsoft Windows**. Disponível em: <<http://labcisco.blogspot.com.br/2013/10/endereco-ipv6-e-funcao-eui-64-no.html>>. Acesso em 2017.
- COMER, D. E. **Interligação de Redes com TCP/IP: princípios, protocolos e arquitetura**.5.ed. São Paulo: Elsevier, 2006.
- COMER, D. E. **Redes de computadores e internet: abrange transmissão de dados, ligação inter-redes, web e aplicações**.4.Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- CISCO. **Packet Tracer**. Disponível em: <http://www.cisco.com/web/learning/netacad/course_catalog/PacketTracer.html>. Acesso em 2016.
- CPD. **O CPD**. Disponível em: <http://www.cpd.ufsm.br/o_cpd>. Acesso em 2017.
- DONIZETE, F. P. **Técnica de transição entre redes IPv4/IPv6**. Disponível em:<<http://www.alessandrobianchini.com.br/artigos/ipv6.pdf>> Acesso em 2016.
- IPV6. BR. **Introdução ao IPv6**. Disponível em: <<http://ipv6.br/post/introducao/>>. Acesso em 2016.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down**. 5.ed. São Paulo: Pearson, 2010.
- LCORDEIR, 2014. **Visão geral sobre EIGRP**. Disponível em:<<https://supportforums.cisco.com/pt/document/116551>>. Acesso em 2016.
- LACNIC. **Mecanismos de transição**. Disponível em: <<http://portalipv6.lacnic.net/pt-br/>>. Acesso em 2016.
- Nascimento, M. **Apresentação do protocolo OSPF (Open Shortest Path First)**. Disponível em: <http://www.dltec.com.br/blog/redes/apresentacao-do-protocolo-ospf-open-shortest-path-first/>. Acesso em 2016.
- NASCIMENTO. **PROGRAMA ÉTICA E CIDADANIA - Construindo valores na escola e na sociedade: um estudo de caso**. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/671/3/2008_ClaudiaRAdoNascimento.pdf>. Acesso em 2016.
- NETCOMBO, 2015. **Trabalhe Conosco**. Disponível em: <<http://www.netcombo.com.br/institucional/trabalhe-conosco>>. Acesso em 2017.

PAMPLONA, eT (2014). **TRANSIÇÃO IPV4/IPV6: Técnica de Tunelamento**. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3417/1/CT_COTEL_2014_1_10.pdf>. Acesso em 2016.

PIOVESAN, et: **U-Sea: Um ambiente De Aprendizagem Ubíquo Utilizando Cloud Computing**. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/viewFile/1634/1399>. Acesso em 2017.

RFC 791. **Internet Protocol Darpa Internet Program Protocol Specification**. Disponível em: <<https://tools.ietf.org/html/rfc791>>. Acesso em 2016.

RFC 2460. **Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification**. Disponível em: <<https://tools.ietf.org/html/rfc2460>>. Acesso em 2016.

RFC 3315. **Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)**. Disponível em: . Acesso em 2017.

REGISTRO, BR. **Capacitação IPv6. br Técnicas de Transição**. Disponível em: <ftp://ftp.registro.br/pub/gter/gter33/Tutorial-IPv6-Transicao.pdf>. Acesso em 2016.

SILVA, L. M. **ANÁLISE DOS MÉTODOS DE TRANSIÇÃO PARA O PROTOCOLO IPV6**. Disponível em: <http://www.redes.ufsm.br/docs/tccs/TCC_Final_Leticia.pdf>. Acesso em 2016.

SILVEIRA, M. A. **Rede IPv6 com Integração IPv4**. Disponível em: <Shttp://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/e/e3/TCC_AndreManoeldaSilveira.pdf>. Acesso em 2016.

SOGEOGRAFIA. **Continentes**. Disponível em: <http://www.sogeografia.com.br>. Acesso em 2017.

Sousa, L.B. **Redes de Computadores: Guia total**. 1. ed. São Paulo: Erica, 2009.

TELLFREE. **Sobre a Tellfree**. Disponível em: <<http://www.tellfree.com.br/Main.aspx>>. Acesso em 2016.

Thomas, et. **O USO DO PROTOCOLO IPV6 PELOS PROVEDORES DE SANTARÉM- PARÁ**. Disponível em: <<http://www.ulbra.br/upload/462e9f15c4ebcc118a052a1c1951886f.pdf>>. Acesso 2017.

Zumpenet. **Sobre a Zumpenet**. Disponível em: <<https://zumpnet.com.br>>. Acesso em 2016.

APÊNDICE A – RESPOSTAS CONCEDIDAS PELAS EMPRESAS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DE SANTA MARIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES**

Questionário de transição do IPv4 para o IPv6

Autor: Manoela Durão Sanches
Orientador: Bolívar Menezes da Silva

Questionário respondido por:
Nome: Everton Ramos Rei
Cargo ou função desempenhada na empresa: Administrador de Redes
Empresa: Telfree Brasil
Data entrevista: 18/05/2017.

1. Tempo de atividade da empresa junto à sociedade?

- Menos de 1 ano
 Mais de 1 ano
 Mais de 3 anos
 Mais de 5 anos
 Mais de 10 anos

2. Quantos clientes aproximadamente a empresa possui?

- Menos de 100 clientes
 Mais de 100 clientes
 Mais de 300 clientes
 Mais de 500 clientes
 Mais de 1000 clientes

3. A empresa utiliza o protocolo IPv6?

- Sim (responda à questão seguinte)
 Não (responda a partir da questão nº 8)

4. Quando a empresa passou a utilizar o IPv6?

.....

5. Quais técnicas de transição foram implementadas?

Marque todas que se aplicam.

- Pilha Dupla
 Tradução
 Tunelamento

6. Porque a empresa escolheu essa técnica?

.....

7. A empresa encontrou dificuldades na implementação da técnica escolhida?

Sim.

Quais?.....

Não

8. Porque a empresa não utiliza o IPv6?

Não é de interesse da empresa utilizar o IPv6.

A empresa não quer mudanças na infraestrutura da rede.

Por quê?

Não seria nenhuma das alternativas, por isso não as marquei, o motivo é que, no momento ainda não é necessário, porém é eminente que isso seja feito no futuro próximo, estamos nos preparando para isso

9. A empresa pretende implementar o IPv6 no futuro?

Sim .

Não.

Por quê?

Cada vez mais o IPV4 se torna escasso, o IPV6 é o futuro e a forma para suprir a necessidade crescente.

10. A empresa entende e compreende que hoje o suporte ao IPv6 está disponível na maioria dos equipamentos utilizados nas redes?

Sim

Não

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DE SANTA MARIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES

Questionário de transição do IPv4 para o IPv6

Autor: Manoela Durão Sanches
Orientador: Bolívar Menezes da Silva

Questionário respondido por:

Nome: *Daniel Vinícius de Barcelos*
Cargo ou função desempenhada na empresa: *Técnico de T.I.*
Empresa: *U.F.S.M.*
Data entrevista: *07/06/2017*

1. Tempo de atividade da empresa junto à sociedade?

- Menos de 1 ano
 Mais de 1 ano
 Mais de 3 anos
 Mais de 5 anos
 Mais de 10 anos

2. Quantos clientes aproximadamente a empresa possui?

- Menos de 100 clientes
 Mais de 100 clientes
 Mais de 300 clientes
 Mais de 500 clientes
 Mais de 1000 clientes

3. A empresa utiliza o protocolo IPv6?

- Sim (responda à questão seguinte)
 Não (responda a partir da questão nº 8)

4. Quando a empresa passou a utilizar o IPv6?

2014

5. Quais técnicas de transição foram implementadas?
Marque todas que se aplicam.

- Pilha Dupla
 Tradução
 Tunelamento

6. Porque a empresa escolheu essa técnica?

Menor impacto e mais fácil implementação

7. A empresa encontrou dificuldades na implementação da técnica escolhida?

- Sim. Quais?.....
 Não

8. Porque a empresa não utiliza o IPv6?

- Não é de interesse da empresa utilizar o IPv6.
 A empresa não quer mudanças na infraestrutura da rede.

Por quê?.....

9. A empresa pretende implementar o IPv6 no futuro?

- Sim .
 Não.

Por quê?.....

10. A empresa entende e compreende que hoje o suporte ao IPv6 está disponível na maioria dos equipamentos utilizados nas redes?

- Sim
 Não