

TRANSIÇÃO DO PROTOCOLO IPv4 PARA IPv6: AS DIFICULDADES EM ALCANÇAR O FUTURO DA INTERNET

Gustavo Domingos de Oliveira¹, Renato de Oliveira Violin²

¹ Discente do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Tecnologia da Informação /
gustavo.oliveira121@fatec.sp.gov.br

² Docente do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Tecnologia da Informação /
renato.violin2@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A vivência em um mundo cada dia mais conectado torna a Internet meio indispensável na vida de uma grande parcela da população mundial. Diante do elevado e crescente número de dispositivos que se conectam à Internet, o modelo de endereçamento IP mais utilizado no mundo sofre em suportar sozinho tamanho número de conexões e há real necessidade da convergência para a nova versão deste protocolo, o IPv6. A transição de uma versão a outra leva nova tecnologia e padrões de segurança melhores, mas ainda o IPv4 é o mais utilizado em todo o mundo. Este trabalho visa o estudo destas tecnologias e das dificuldades do andamento desta transição, que é tida como o futuro da internet, bem como avaliar os obstáculos e elucidar meios necessários para andamento da transição entre os protocolos.

Palavras-chave: IPv4, IPv6, internet, endereçamento IP.

1 INTRODUÇÃO

A Internet está presente hoje em qualquer ambiente casual ou corporativo, e teve seu fulgor durante a Guerra Fria, com objetivo de comunicar soldados com uma base e descentralizar informações valiosas dentre laboratórios dos Estados Unidos. Com o avançar rápido da tecnologia e a criação do Modelo TCP/IP, inicia-se o processo de acessibilidade da Rede Mundial de Computadores aos usuários empresariais.

O protocolo utilizado para o endereçamento neste Modelo TCP foi o IPv4, presente ainda hoje em nosso cotidiano. Apesar de ser considerado um modelo de base robusto, o crescimento repentino das redes ocasionou um esgotamento dos endereços IPs, onde o Registro de Endereços da Internet para a América Latina e o Caribe (LACNIC) já coloca este processo na fase 3.

“Quando falamos em esgotamento, queremos dizer que o LACNIC não terá suficientes endereços para cobrir as necessidades de endereçamento IPv4 de nossos associados.” (LACNIC, 2017).

Pode-se notar, que no cenário atual a Internet precisa da atualização do modelo de endereçamento, onde o IPv6 já integra certa parcela de utilização. O objetivo deste trabalho é expor o funcionamento das duas versões do protocolo e as dificuldades da convergência de uma à outra, levando em consideração que isto não ocorrerá todo de uma só vez. Ainda, observando a forma em que a maioria da Rede de Internet hoje funciona por meio do IPv4, abre uma tese de que as medidas paliativas adotadas no passado atrasaram a consolidação da migração do IPv4 ao IPv6. Parte deste projeto visa o estudo também destas medidas paliativas, para concluir se parcela do problema enfrentado nesta migração tem relação a hipótese levantada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Fey e Gauer (2016), o IPv6 (ou IP versão 6) é a geração do protocolo de internet que substituirá o atual protocolo IPv4, que hoje está exaurido por não ter mais blocos a serem alocados com facilidade. O artigo visa uma abertura ao conhecimento para o novo protocolo de comunicação para a internet, apontando as diferenças entre IPv4 e IPv6, as transições dos conteúdos na internet e sobre o esgotamento do protocolo mais utilizado atualmente.

Segundo Canno (2013), quando foi iniciado a comercialização da Internet em grandes proporções em 1983, toda conexão era voltada apenas para computadores, onde não se pensava em mobilidade. Mas agora, na atual conjuntura, vislumbramos eletrônicos e eletrodomésticos em geral conectados de forma massiva, o que gera ainda mais demanda para endereços IP.

3 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado a partir de um levantamento bibliográfico consistente sobre Redes de Computadores, mantendo foco nos protocolos de

endereçamento IP versões 4 e 6. Trata-se de forma de abordagem teórica de pesquisa descritiva sustentando-se na análise bibliográfica e documental levantada.

Desta forma, foi possível obter através da bibliografia qualitativa e descritiva, artigos cinéticos como teses e dissertações bem como livros que trazem notoriedade ao meio científico acerca do tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Protocolo IP versão 4

Para um equipamento navegar na Internet, é necessário um IP válido, e a versão 4 do protocolo surgiu em 1980, segundo Santos (2012). Ainda segundo o mesmo, na criação do IPv4 já existiam preocupações sobre a escassez do protocolo, pois não houve uma distribuição controlada de IP durante o crescimento da internet. Com essa expansão, houve uma grande demanda de IP, e sua versão 4 suportava 4.294.967.296 endereços válidos, aproximadamente 4,5 bilhões de IP – menor que a população mundial.

O formato do IPv4 é uma sequência de 32 bits (ou quatro conjuntos de 8 bits) e isso permite, teoricamente, a criação de até 4.294.967.296 endereços. Uma quantidade muito grande, não é mesmo? Mas, acredite, trata-se de uma quantidade que já é vista como insuficiente. Esse problema existe porque a internet não foi planejada de forma a ser tão grande. A ideia original era a de se criar um sistema de comunicação que interligasse centros de pesquisa. Somente quando a internet passou a ser utilizada de maneira ampla é que ficou claro que o número máximo de endereços IP poderia ser atingido em um futuro relativamente próximo. Foi a partir desta percepção que o projeto **IPng** (*Internet Protocol next generation*) teve início, dando origem ao que conhecemos como IPv6. (ALECRIM, 2010).

4.1.1 Esgotamento do protocolo versão 4

A entidade IANA (Internet Assigned Numbers Authority) ou em português Autoridade para Atribuição de Números da Internet, é uma organização mundial com sede nos Estados Unidos, que supervisiona a atribuição global dos números na Internet — entre os quais estão os números das portas, os endereços IP, sistemas autônomos, servidores-raiz de números de domínio DNS e outros recursos relativos aos protocolos de Internet.

Na figura 1 abaixo, é representado cada provedor de registro regional no mundo, responsável por endereçar os pedidos de endereços IP. Destaca-se a LACNIC, responsável por este serviço na região da América Latina e Caribe.

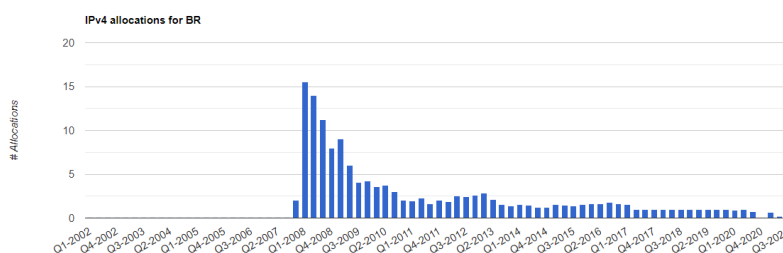
Figura 1 – Mapa dos Registros Regionais de Internet



Fonte: IANA (2015)

Colocando em foco a organização responsável pelo Brasil, a LACNIC atualiza em seu site as informações sobre a alocação do IPv4 na América Latina. A figura 2 a seguir mostra especificamente do Brasil atualizado no terceiro semestre de 2021

Figura 2 – Alocações de endereços IPv4 no Brasil



Fonte: LACNIC (2021)

Como representado acima, não há mais blocos disponíveis para alocação através da LACNIC, devido ao exaurimento do IPv4. Funcionando através de lista de espera, a organização sede blocos que estão há um tempo em quarentena por exemplo, para segmentar novos contemplados. Mas já há de se esperar que o IPv4 chegue a se esgotar.

4.2 Protocolo IP versão 6

Segundo o Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br), o IPv6 não foi criado para ser um complemento ou extensão do protocolo anterior, mas sim para substituir o IPv4, resolvendo o problema de escassez. Porém, vemos que abandonar de forma brusca o protocolo de endereçamento mais utilizado no mundo não é opção, já que levaria uma “quebra” da Internet.

Para a implantação do protocolo IPv6, há de se considerar uma fase de transição, onde os dois protocolos estejam disponíveis ao usuário. A versão 4 e 6 do protocolo IP não interoperam, mas podem funcionar em paralelo, deixando a máquina escolher a melhor opção que lhe é entregue. As seguintes técnicas de transição podem ser utilizadas:

- **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.

(NIC.BR 15/04/2012, s/n)

Afirma Alecrim (2010), que o protocolo IPv6 é constituído por 128 bits (contra 32 do protocolo anterior). Dessa forma, teoricamente a quantidade de endereços IP disponíveis salta para até 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456.

Esse valor representa aproximadamente 79 oitilhões de vezes a quantidade de endereços do IPv4.

Ainda segundo Alecrim (2010), este novo protocolo possui uma forma diferente do IPv4 de ser representada. O novo protocolo utiliza oito sequências de até quatro caracteres, que são separados por “:” (sinal de dois pontos) e é considerado o sistema hexadecimal para escrita.

Por exemplo:

IPv4 DNS Google: 8.8.8.8

IPv6 DNS Google: 2001:4860:4860::8888

Importante o destaque que não há uma tradução que ocorre para transformar o IPv4 em IPv6, e sim é gerado uma nova alocação de um bloco para que o serviço funcione também na nova tecnologia.

Segundo o NIC.br, há três tipos de endereços definidos no IPv6:

- **Unicast** – este tipo de endereço identifica uma única interface, de modo que um pacote enviado a um endereço unicast é entregue a uma única interface;
- **Anycast** – identifica um conjunto de interfaces. Um pacote encaminhado a um endereço anycast é entregue a interface pertencente a este conjunto mais próxima da origem (de acordo com distância medida pelos protocolos de roteamento). Um endereço anycast é utilizado em comunicações de um-para-um-de-muitos.
- **Multicast** – também identifica um conjunto de interfaces, entretanto, um pacote enviado a um endereço multicast é entregue a todas as interfaces associadas a esse endereço. Um endereço multicast é utilizado em comunicações de um-para-muitos.

(NIC.BR 15/05/2012, s/n)

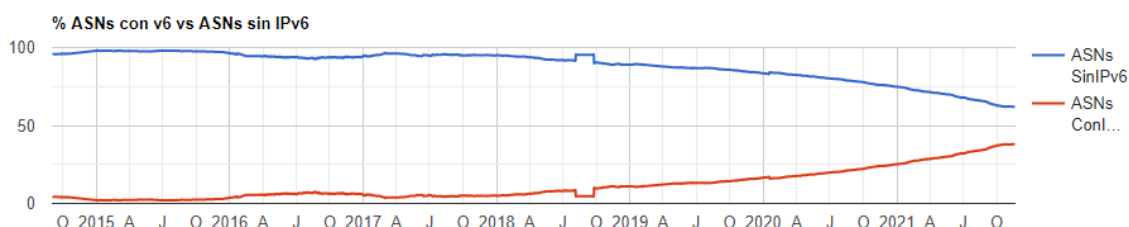
4.2.1 Adoção do protocolo versão 6

Por todo o mundo, é visto que a adoção do IPv6 será algo inevitável no futuro. Isso será fundamental para que companhias no futuro tenham competitividade. Gestores de TI já devem hoje verificar se os equipamentos que são utilizados na rede

são compatíveis com essa nova tecnologia, ou se será necessário uma atualização dos mesmos. Os gastos em manter uma rede IPv4 funcionando são com medidas paliativas, que devem ser levadas em conta, vislumbrando o aumento da adoção da nova versão do protocolo.

Segundo dados da LACNIC atualizados em novembro de 2021, o número de ASNs (Autonomous System Number ou Número de Sistema Autônomo) – que identifica o número de conjunto de IPs dos quais cada organização é dona – que estão utilizando IPv6 cresce a cada mês, como demonstrado na figura 3 abaixo.

Figura 3 – ASNs com IPv6 vs ASNs sem IPv6



Fonte: LACNIC (2021)

Ainda sobre dados da LACNIC (2021), a adoção deste novo protocolo observando apenas o Brasil é bastante expressivo – mas ainda longe de ser o ideal. Dados apontam que o uso nativo do IPv6 no país em novembro de 2021 é mais de 300 vezes maior que em novembro de 2014. Apesar da métrica expressiva, ainda não é possível uma migração em massa, visto que nem todo conteúdo na web é disponibilizado em IPv6.

4.3 Dificuldades da convergência entre protocolos

A convergência entre as versões do protocolo IP é uma ocorrência esperada que seja feita dentro do menor espaço de tempo possível. Por anos o Brasil e outros países do mundo ficaram estagnados devido ao funcionamento dos serviços no protocolo IPv4 e ao conforto em utilizar a rede já estruturada. Segundo Souza (2013), o problema no Brasil seria a falta de incentivos na adoção da nova tecnologia, visto que apenas não basta a migração dos usuários ao novo protocolo, mas também provedores de acesso e criadores de conteúdo precisam se adaptar.

Para contornar o problema da falta de endereços públicos, Gonçalves (2017) explica que diversas ferramentas foram desenvolvidas de modo que provedores de conexão pudessem continuar entregando serviço a áreas de atuação maiores. Uma delas é por meio do sistema de Network Address Translation – NAT, que permite o “compartilhamento” de um IP público único entre diversos usuários, como forma de diminuir o passo do esgotamento do IPv4. O NAT, através da porta lógica, permite um provedor compartilhar o endereço público e identificar o usuário que está utilizando. Esta é uma medida paliativa adotada por grande maioria dos provedores de acesso, que faz com que ainda exista a expansão da rede, que observamos hoje. E, como é uma medida cara e que trouxe um fôlego às companhias, ainda é utilizado – como forma de custo-benefício devido ao já investimento.

Novas provedoras de acesso, conclui Souza (2013), dependem de bloco de IP para iniciar qualquer atividade, mesmo utilizando medidas paliativas como o NAT citado. Na fase de transição é obrigatória a utilização do IPv4 em conjunto e convergindo ao IPv6. Ainda segundo o autor, o custo para que as duas tecnologias coexistam dentro de um provedor de acesso é alto e exige uma logística complicada neste aspecto ao tracionar a mudança.

4.4 IPv6 e o 5G

Um dos principais assuntos da atualidade é o 5G, sendo um dos mais relevantes temas no que se diz respeito sobre conectividade: através desta tecnologia poderemos conectar mais dispositivos inteligentes à Internet e ter benefícios quanto a baixa latência que o 5G traz. Segundo Silva (2021), o 5G trará a Internet das Coisas (IoT) com maior potência e atração, já que as velocidades de conexão e baixa latência mudarão rumos da ciência (com cirurgias pela telemedicina), meio social, dispositivos domésticos conectados e veículos conectados.

Devido ao aumento que se espera de aparelhos conectados se comunicando por meio da Internet, uma das preocupações é a respeito do endereçamento que se deve adotar para suprir a necessidade. Ainda segundo Silva (2021), com a utilização da tecnologia IPv6, muitos equipamentos poderão conectar-se à internet individualmente e evitar a complexidade de redes cabeadas, porém a administração e segurança da rede deverão ser levadas a níveis mais críticos de atenção.

Segundo Korolov (2019), a mudança para o IPv6 pode tornar os IP privados em públicos, e por este motivo a atenção com relação a segurança deve ser redobrada. Com a eliminação do processo de NAT nas redes, uma camada que se tem como padrão no IPv4 – os endereços privados – tendem a serem menos utilizados, e conforme o mundo avança ao 5G e IoT as empresas devem atentar na forma em que migra seus sistemas de uma versão do protocolo à outra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto possibilitou uma análise do mundo atual, no que se diz respeito a Internet e seus protocolos de endereçamento IP. Através da análise técnica da bibliografia levantada, é notório que a evolução natural da Rede Mundial de Computadores é o IPv6, mas é necessário antes de qualquer provisionamento, contar com o alto grau de disseminação do protocolo versão 4.

O IPv6 é um padrão que promete resolver vários problemas da internet, inclusive relacionados à segurança. Porém esta implementação deve ser realizada de modo a tracionar a nova versão do protocolo ainda coexistindo sua versão anterior.

Vislumbrando o elevado uso da Internet no mundo, vemos que inovação é fator natural da evolução, e é certo que o IPv6 é um dos fatores do futuro tecnológico. Foi possível concluir também com este projeto, que as medias paliativas adotadas pelas empresas e provedoras de conteúdo ao utilizar do NAT, possibilita que ainda exista o protocolo IP versão 4 e justifica o alto uso deste no mundo, uma vez que o conteúdo está adaptado bem como a maioria dos usuários até hoje.

A migração para novas tecnologias é um processo natural, e assim como ocorreu no passado, o remoto vem dando espaço a novidade e a migração do tipo de endereçamento é um fator que devido a necessidade em breve será maior discutida.

REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. **O que é IPv6?**, 2010. Disponível em: <https://www.infowester.com/ipv6.php> Acessado em: 25 ago. 2021.

CANNO, Renato Montes. **Técnicas de Migração de Ambientes de Redes IPv4 para IPv6**. 2013. Disponível em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeip1/pagina_1.asp. Acesso em: 04 out. 2021.

FEY, Ademar Felipe; GAUER, Raul Ricardo. **Dominando o IPv6 a partir do IPv4**. 3. ed.: ITIT, 2016. 320 p. ISBN 978-85-919835-7-5.

GONÇALVES, Pedro Vilela Resende. **IPv4, IPv6 e investigações criminais: O desafio da transição**. 23 out. 2017. Disponível em: <https://irisbh.com.br/ipv4-ipv6-e-investigacoes-criminais-o-desafio-da-transicao/>. Acesso em: 7 set. 2021.

IANA. Autoridade para Atribuição de Números da Internet. In: **Protocol Registries**. 2021. Disponível em: <https://www.iana.org/protocols>. Acesso em: 30 set. 2021.

KOROLOV, Maria. **Como o 5G mudará a segurança da Internet das Coisas e como se preparar?**. 8 out. 2019. Disponível em: <https://cio.com.br/tendencias/como-o-5g-mudara-a-seguranca-da-internet-das-coisas-e-como-se-preparar/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

LACNIC. Registro de Endereços da Internet para a América Latina e o Caribe. In: **Fases de Esgotamento do IPv4**., 2017. Disponível em: <https://www.lacnic.net/1077/3/lacnic/fases-de-esgotamento-do-ipv4>. Acesso em: 14 out. 2021.

LACNIC. Registro de Endereços da Internet para a América Latina e o Caribe. In: **IPv4 allocations**., 2021. Disponível em: <https://stats.labs.lacnic.net/REGISTRO/ratio-percc.html>. Acesso em: 02 nov. 2021.

LACNIC. Registro de Endereços da Internet para a América Latina e o Caribe. In: **ASNs com v6 vs ASNs sin IPv6**., 2021. Disponível em: <https://stats.labs.lacnic.net/REGISTRO/ratio-percc.html>. Acesso em: 02 nov. 2021.

NIC.BR. **Transição**. 15 abr. 2012. Disponível em: <https://ipv6.br/post/transicao/>. Acesso em: 1 out. 2021.

NIC.BR. **Endereçamento**. 15 mai. 2012. Disponível em: <https://ipv6.br/post/enderecamento/>. Acesso em: 1 out. 2021.

SANTOS, R. R. et al. **Curso IPv6 Básico**. 2012. Disponível em: <http://ipv6.br/pagina/downloads>. Acesso em: 28 set. 2021.

SILVA, Marcus. **Por que 5G requer novas abordagens para a segurança cibernética?**. 8 fev. 2021. Disponível em: [Por que 5G requer novas abordagens para a segurança cibernética?](#). Acesso em: 25 out. 2021.

SOUZA, Leandro. **Sem incentivo, IPv6 não decola**. 11 nov. 2013. Disponível em: <https://www.baguete.com.br/noticias/11/11/2013/sem-incentivo-ipv6-nao-decola>. Acesso em: 27 ago. 2021.