



ESTATÍSTICAS E TENDÊNCIAS: A IMPLEMENTAÇÃO DO IPV6 NA AMÉRICA LATINA E O CARIBE 2016-2020

Conteúdo

Resumo	4
Introdução: Aspectos conceituais dos Protocolos da Internet IPv4 e IPv6	5
O esgotamento de endereços IPv4	7
Técnicas de transição.....	9
Estatísticas e tendências sobre a implementação do IPv6	10
Considerações para a adoção do IPv6.....	13
Considerações finais	15
Referências	16

Estatísticas e tendências: a implementação do IPv6 na América Latina e o Caribe 2016-2020

Como citar esta postagem: LACNIC (2021). Estatísticas e tendências: a implementação do IPv6 na América Latina e o Caribe 2016-2020. LACNIC (Registro de Endereçamento da Internet para a América Latina e o Caribe).

Este trabalho faz parte da pesquisa sobre a implementação do IPv6 na América Latina e o Caribe 2020/2021. Este estudo, elaborado e liderado por LACNIC, esteve sob a responsabilidade da consultoria SMC + Digital Public Affairs (EUA).

Projecto: Pesquisa sobre a implementação do IPv6 na América Latina e o Caribe 2020/2021

Autor: SMC+ Digital Public Affairs (EUA)

Coordenação/revisão: Laura Kaplan, Carlos Martínez, Alessia Zucchetti

Edição: Eduardo Preve, María Gayo, Carolina Badano, Martín Mañana

Correção de estilo e tradução: Laureana Pavón, CGM Consulting

Desenho e maquetação: Mónica Castellanos

Resumo

A implementação e adoção do IPv6 na região têm se desenvolvido gradativamente, acompanhando o processo de esgotamento dos endereços IPv4 e a consequente transição e coexistência entre protocolos. As estatísticas regionais mostram um crescimento sustentado do IPv6 em 2020 em comparação com 2016, com diferenças entre a América do Sul, América Central e Caribe. As duas primeiras sub-regiões evidenciam um aumento gradativo na adoção, enquanto a última apresenta níveis baixos, sem uma tendência clara de crescimento. Observa-se que a América do Sul tem uma adoção de 25 %, a América Central de 30 % e o Caribe de 7 %. Se considerarmos o número de usuários, a adoção do IPv6 na região era de 3 % em 2016, contra uma média global de 8 %. Essas percentagens aumentaram para 21% para a região e 29% em nível global em 2020, evidenciando um aumento de 18 pontos percentuais entre os dois estudos.

As medições mostram que, mesmo que a América Latina e o Caribe estejam em uma boa posição e tenham atingido múltiplos avanços, ainda há um percentual de adoção inferior à média global e outras regiões do mundo. Estes dados, juntamente com outros usados para diferentes análises, constituem o presente trabalho desenvolvido a partir de uma pesquisa do LACNIC e denominado **“Estatísticas e tendências para a implementação do IPv6 na América Latina e o Caribe 2016 - 2020”**. As informações permitem compreender os avanços e oportunidades que a região apresenta na implementação e adoção do IPv6. O trabalho é organizado em três seções: «Introdução: Aspectos conceituais dos Protocolos da Internet IPv4 e IPv6»; «Estatísticas e tendências para a implementação do IPv6» e «Considerações para a adoção do IPv6».

A primeira seção aborda o processo de esgotamento do protocolo IPv4 e o trabalho desenvolvido de 2013 até hoje. Inclui diferentes fases, ações e mecanismos liderados pelo LACNIC para garantir a transição do IPv4 para o IPv6. Da mesma forma, são abordados os aspectos conceituais sobre o IPv4 e IPv6, as características e diferenças entre os dois e as vantagens comparativas do último protocolo da Internet. A segunda seção incorpora estatísticas e tendências na implementação e adoção do IPv6 na região. Para isso, são apresentadas estimativas do nível de usuários do IPv6, a adoção no nível global e regional, a adoção por país e por sub-região, bem como a evolução entre 2016 e 2020.

Uma vez implementada a infraestrutura do IPv6, a adoção é associada a outro tipo de fatores relacionados a elementos específicos, tais como: a incidência dos dispositivos, a sua capacidade de uso do protocolo IPv6, as suas características, a compatibilidade do equipamento com o protocolo, bem como o conteúdo que se transmite. A terceira seção incorpora essas considerações e apresenta as principais preocupações dos Provedores de Serviços da Internet (ISP, por sua sigla em inglês): *Internet Service Provider*) na análise da compatibilidade e da capacidade dos dispositivos, juntamente com o seu possível impacto na adoção do IPv6.

Finalmente, o estudo aborda brevemente as tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT, por sua sigla em inglês), a tecnologia 5G e a computação em nuvem, bem como as características do protocolo IPv6 e sua potencial influência sobre elas.

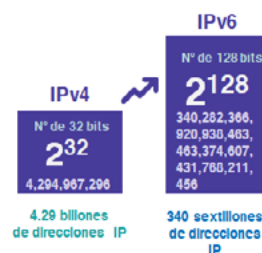
Introdução: Aspectos conceituais dos Protocolos da Internet IPv4 e IPv6

Os endereços do Protocolo da Internet (IP, pela sigla em inglês de *Internet Protocol*) são os identificadores numéricos exclusivos designados a cada computador ou dispositivo que se conecta à Internet, usados para transportar pacotes de uma origem a um destino através de várias redes. De um lado, o protocolo IPv4 desenvolvido na década de oitenta tem uma capacidade de mais de 4,3 trilhões de endereços IP (espaço de endereços de 32 bits), porém apenas 3,7 trilhões podem ser usados por dispositivos e equipamentos comuns de acesso à Internet, enquanto que o uso do restante é destinado a protocolos especiais. O IPv4 é o mais usado globalmente.

Do outro lado, o protocolo IPv6 é a versão aprimorada do IPv4 e pode suportar um número maior de endereços IP. É importante considerar que o IPv6 não é tecnicamente uma atualização (*upgrade*) do IPv4. Em grande medida, os dois protocolos são incompatíveis como pacote, por isso são considerados redes independentes com duas pilhas de protocolos também independentes. Em relação à capacidade, o espaço de endereços do IPv6 é de 128 bits, o que implica 3.40×10^{38} de endereços IP. Esses endereços são escritos em forma literal como 8 blocos de números hexadecimais de 16 bits cada um (valor de 0000 a FFFF), separados por «:».

Ilustração 1. Número de endereços IP por protocolo

Os dados dos gráficos estão no idioma original da pesquisa



A implementação do IPv6, tanto regional quanto global, tem sido feita de forma gradativa, em uma coexistência ordenada com o IPv4. Espera-se que este último seja substituído gradativamente pelo IPv6, na medida em que se verifique o crescimento da demanda de endereços IP no mercado juntamente com as condições de infraestrutura necessárias para o seu desenvolvimento. Entre os principais benefícios do protocolo IPv6, podem ser citados os seguintes: (i) tem um número significativamente maior de endereços IP; (ii) permite que um maior número de dispositivos seja conectado; (iii) possui maior segurança (é obrigatório incluir o protocolo IPsec no cabeçalho e não é mais opcional como no IPv4); (iv) não requer do NAT (*Network Address Translation*)¹; e, (v) **TEM MELHOR RO-**

¹ NAT: A tradução de endereços de rede, também chamada de mascaramento do IP ou NAT (*Network Address Translation*, por sua sigla em inglês), quer dizer, tradução de endereços de rede, permite que redes de computadores usem uma faixa de endereços especiais (IP privados) e se conectem à Internet usando um único endereço IP (IP público). O Carrier-Grade NAT (CGN ou CGNAT) é uma ferramenta de desenho de redes IPv4 em que os extremos da comunicação, concretamente, as redes residenciais, são configuradas com endereços de redes privadas, são traduzidas em endereços públicos por meio de equipamentos instalados dentro da rede do fornecedor entre o usuário e a Internet.

TEAMENTO MULTICAST. Por estes motivos, o protocolo IPv6 é considerado o mais indicado para abrir caminho para a implementação de novas tecnologias e aplicativos, como a IoT, 5G e cidades inteligentes, bem como para a inovação da infraestrutura tecnológica das organizações.

As principais características e diferenças entre o protocolo IPv4 e o protocolo IPv6 são apresentadas a seguir.

Tabela 1. Quadro comparativo entre o IPv4 e o IPv6

Características	IPv4	IPv6
Comprimento do endereço	32 bits	128 bits
Configuração de endereços	Suporta configuração manual e DHCP	Suporta configuração automática
Representação dos endereços	Em decimal	Em hexadecimal
Protocolo de segurança	Opcional	Obrigatório
QoS	Sem identificação	Com identificação
Comprimento do cabeçalho	20 bytes	40 bytes
Registros de <i>host</i> no DNS	Registros A	Registros AAAA

O esgotamento de endereços IPv4

A comunidade do LACNIC optou por dividir o período de esgotamento dos endereços IPv4 em diferentes fases que se devem à organização das ações e mecanismos para o gerenciamento do espaço, dos recursos disponíveis e da transição do IPv4 para o IPv6²:

- **Fase 0:** Esta fase deu início em outubro de 2013 e foram designados recursos IPv4 até ter alcançado o último /9 disponível.
- **Fase 1:** Esta fase deu início em 19 de maio de 2014 e foram designados recursos IPv4 até ter alcançado o bloco /10 reservado para a fase de esgotamento gradativo.
- **Fase 2:** Esta fase deu início em 10 de junho de 2014 e foram designados recursos IPv4 até esgotar o /10 reservado para a fase 2. Nesta etapa, somente foram designados blocos desde um prefixo /24 até um /22. A mecânica foi feita até que chegou o momento do /10 reservado para a fase de esgotamento gradativo.
- **Fase 3 (atual):** Esta reserva é o último espaço disponível do LACNIC. É composto por blocos IPv4 pós-esgotamento, designados pela IANA (Internet Assigned Numbers Authority, por sua sigla em inglês), juntamente com blocos recuperados e devolvidos. Em 19 de agosto de 2020, o LACNIC esgotou seu pool de endereços IPv4; hoje apenas conta com recursos recuperados e devolvidos, e uma reserva destinada exclusivamente à infraestrutura crítica. O número de blocos recuperados ou devolvidos é dinâmico, e desde março de 2020 os recursos passam por um período de quarentena para serem liberados gradativamente ao completar os 6 meses. Deste espaço, somente podem ser feitas designações entre um /22 e um/24. Cada novo associado pode receber apenas uma designação inicial deste espaço.

Estado do bloco IPv4 da fase 3 (até 4 de novembro de 2021) ³

- Totais para esta fase: 6.003.200
- Designados nesta fase: 5.603.840
- Pré-aprovadas para ser designadas: 8960
- Revogados o devolvidos em quarentena: 256.512
- Disponíveis neste bloco: 2816
- Reservados para infraestrutura crítica: 131072
- Designados para infraestrutura crítica: 5120
- Disponíveis para infraestrutura crítica: 125.952

² LACNIC (2021, outubro). Fases do esgotamento do IPv4: <https://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>.

³ Dados atualizados ao final do presente trabalho para sua publicação. É possível acessar os dados atualizados sobre o estado do bloco IPv4 no site Fases do esgotamento do IPv4: <https://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>

O esgotamento dos endereços IPv4 impossibilita o crescimento dos usuários de forma sustentável e convida a acelerar a implementação do IPv6 nas redes da região. Embora muitas operadoras ainda tenham endereços IPv4 e tenham reservas, a implementação do protocolo mais recente (IPv6) será necessária em pouco tempo. Com o esgotamento dos blocos de endereços IPv4, as operadoras que precisam de maior número de IP e que não têm implementada a transição para o novo protocolo IPv6 na sua rede, são obrigadas a recorrer à compra de blocos no mercado secundário com custos mais elevados.

Técnicas de transição

A implementação do IPv6 requer certos processos e mecanismos exaustivos para minimizar a possibilidade de interrupção da rede, bem como para garantir a coexistência entre os dois protocolos. Para isso, são usados os seguintes mecanismos de transição do IPv4 para o IPv6. Estes últimos são classificados segundo a técnica usada:

- 1. Dual Stack ou pilha dupla:** O IPv4 e o IPv6 coexistem em um mesmo dispositivo e nas redes. É o mecanismo mais simples e recomendado, e o mais usado, a infraestrutura de rede é a mesma e os aplicativos podem selecionar o protocolo de rede a ser usado. A desvantagem desse mecanismo é que os dispositivos só IPv4 não podem se comunicar com os dispositivos só IPv6, portanto é preciso manter duas tabelas de roteamento, dois conjuntos de regras de firewall e duas configurações de gerenciamento de rede.
- 2. Técnica de tuneis:** encapsulamento (protocolo de transporte) do IPv6 sobre o IPv4 e vice-versa. Nesta técnica, “ilhas” de IPv4 ou IPv6 são conectadas, é compatível em redes incompatíveis e recomendado para site a site (site to site). No entanto, possuem problemas de segurança com protocolos em túnel, o desempenho é baixo e o gerenciamento de rede e a solução de problemas são complexos.
- 3. Tradução:** usada para permitir a comunicação entre dispositivos que são só IPv6 e aqueles que são só IPv4, permite que el *host* só IPv4 se comunique con *hosts* só IPv6 vice-versa. Essa técnica não tem modificações nos nós finais do IPv4 ou IPv6, apenas nos roteadores de borda. Este mecanismo apresenta uma maior complexidade na topologia de rede, um desempenho reduzido (dependendo do *hardware*), uma resolução de problemas complexa e incompatibilidade nos aplicativos.

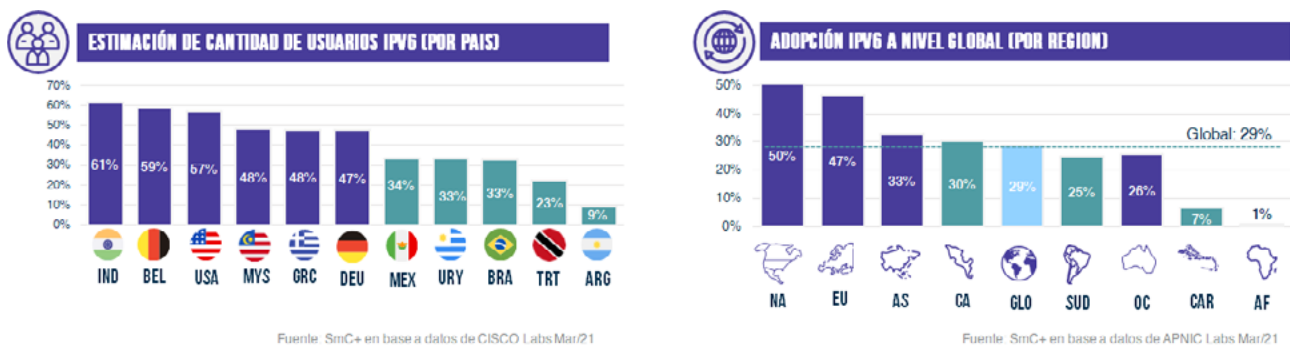
A coexistência dos dois protocolos resulta em uma maior complexidade operacional e maiores custos, em decorrência da necessidade de gerenciar e administrar dois sistemas, bem como do investimento associado de acordo com a técnica de transição selecionada.

Estatísticas e tendências sobre a implementação do IPv6

A nível global, a adoção do IPv6 tem evoluído ano após ano, apresentando diversas diferenças regionais. Para fazer um levantamento da evolução e adoção do IPv6, a pesquisa original na qual este trabalho é baseado usou diferentes modalidades de medição^{4,5}.

Os gráficos abaixo apresentam as análises realizadas⁶.

Ilustração 2. Número estimado de usuários do IPv6 por país e adoção do IPv6 por região (março de 2021).



Na estimativa do número de usuários do IPv6 por país, destaca-se a Índia com 61%, seguida da Bélgica com 59%, Estados Unidos com 57% e Malásia com 48%. Se considerarmos os países da região, o México fica com 34%, seguido do Uruguai e Brasil com 33%, Trinidad e Tobago com 23% e a Argentina com 9%.

Segundo os dados obtidos de APNIC Labs⁷, a média global de adoção do IPv6 é de 29 % até março de 2021. Observa-se que a região da América do Sul tem uma adoção de 25 %, ligeiramente abaixo da média mundial, América Central de 30 % e o Caribe de 7 %. A penetração na América Central é superior à média mundial, fortemente influenciada pelo alto grau de adoção registrado no México. Porém, quando comparado com mercados desenvolvidos, como os da América do Norte e a Europa, a adoção do IPv6 na América Latina e o Caribe (ALC) ainda apresenta valores inferiores.

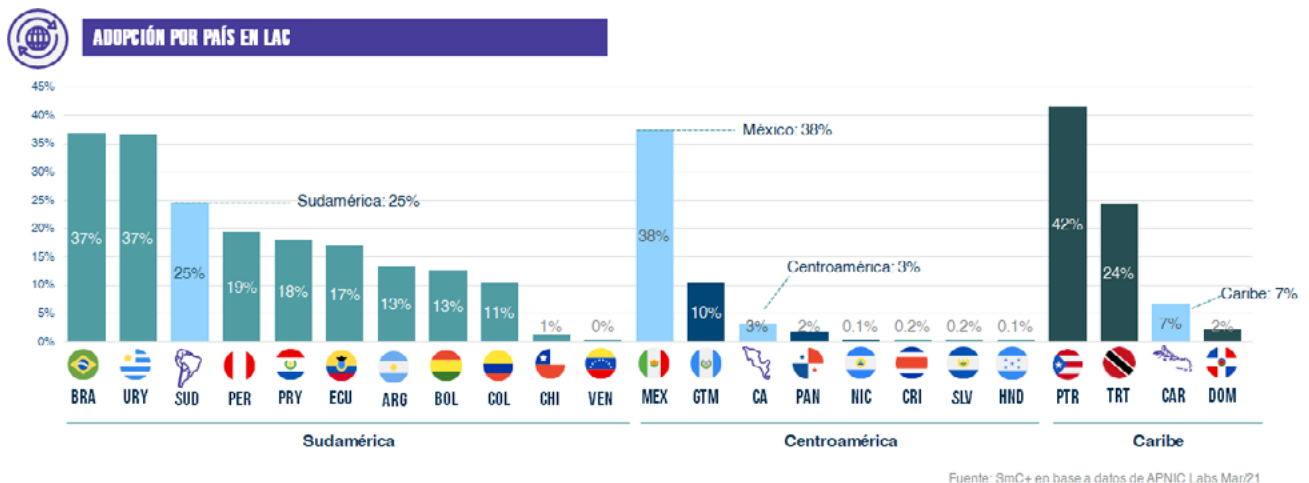
⁴ Entre elas encontra-se o projeto 6lab de Cisco#, que possui diferentes indicadores como a estimativa do percentual de usuários no IPv6, o percentual de páginas web disponíveis no IPv6 e o percentual de prefixos visíveis nas tabelas de roteamento, entre outros. Por mais informações, acesse <https://6lab.cisco.com/stats/>.

⁵ Com base no laboratório da Cisco para IPv6 <https://6lab.cisco.com/stats/index.php?option=prefixes>, outros critérios para a adoção do IPv6 também podem ser observados, como a disponibilidade de páginas web sobre o IPv6 e a proporção de prefixos visíveis nas tabelas de roteamento. No entanto, por não representarem a proporção do tráfego ou dos usuários que usam IPv6, sua relevância é considerada limitada. Considerando os valores de março de 2021, no caso das páginas web disponíveis no IPv6, verifica-se que os países da região estão, em sua maioria, acima de 60 %. No caso da proporção de prefixos visíveis nas tabelas de roteamento, há maior disparidade entre os países da ALC, mas com diferenças em relação às estatísticas baseadas no tráfego.

⁶ Os dados apresentados nesta seção foram levantados em março de 2021. É possível acessar os dados de adoção do IPv6 atualizados em APNIC Labs, IPv6 Adoption Measurement em: <https://stats.labs.apnic.net/ipv6/>.

⁷ Por mais informações sobre o APNIC Labs, acesse <https://labs.apnic.net/>.

Ilustração 3. Adoção do IPv6 por país na ALC

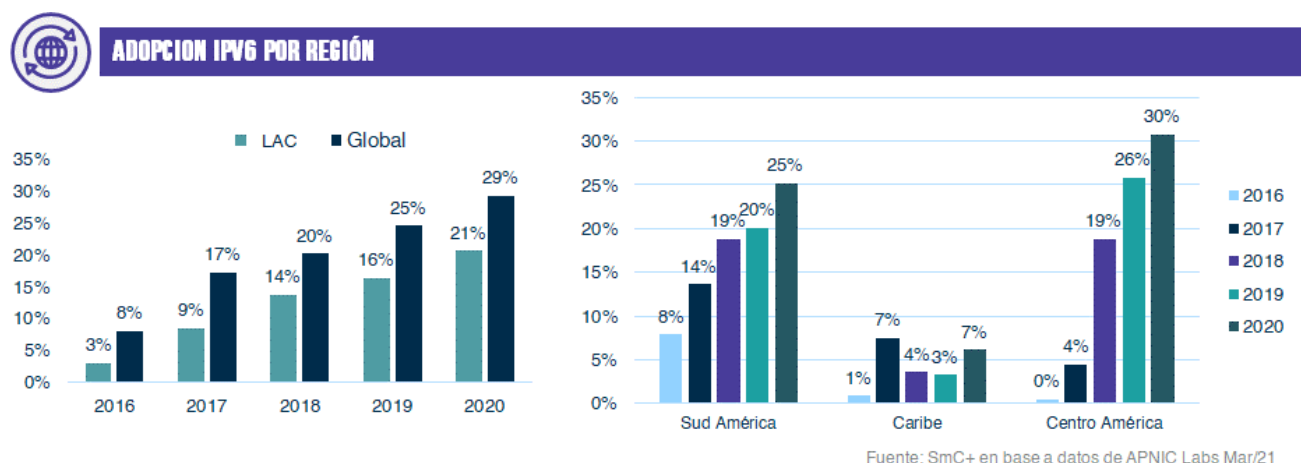


Ao considerar a adoção do IPv6 em nível regional de forma desagregada, grandes diferenças ficam evidenciadas. De um lado, ao considerar a América do Sul, América Central e o Caribe; e do outro, ao fazer o levantamento das percentagens por país. Em relação à América do Sul, o percentual médio de adoção do IPv6 é de 25%. O Brasil e Uruguai têm os maiores percentuais de adoção com 37%, seguidos por Peru, Paraguai e Equador com 19%, 18% e 17%, respectivamente. A Argentina, Bolívia e Colômbia apresentam percentuais intermediários com 13% nos dois primeiros casos e 11% no terceiro. Finalmente, o Chile e a Venezuela apresentam os níveis mais baixos de acordo com os dados levantados, com 1% e 0% respectivamente.

A América Central apresenta um percentual médio de 3% na adoção do IPv6 e registra maiores diferenças entre países em relação à América do Sul. De um lado, os maiores percentuais são do México com 38% e da Guatemala com 10%. O Panamá apresenta uma percentagem de 2%, seguido da Nicarágua e Honduras com 0.1%, Costa Rica e El Salvador com 0.2%. O Caribe tem uma percentagem média de adoção de 7% e valores divergentes entre Porto Rico (42%)⁸, Trindade e Tobago (24%) e a República Dominicana (2%).

Ilustração 4. Evolução da adoção do IPv6 na ALC (2016-2020).

Adoção do IPv6 regional e global (percentuais médios de adoção) e evolução da adoção do IPv6 regional e sub-regional por ano (2016-2020)



⁸ Para medir as tendências da sub-região do Caribe, foram incluídos países que não estão dentro da área de cobertura do LACNIC.

No primeiro caso, é incluído um gráfico comparativo do nível de adoção do IPv6 da região da América Latina e o Caribe (ALC) em relação ao percentual global. Para isso, são considerados os percentuais médios globais e regionais para cada ano do período 2016-2020. Destaca-se o aumento nos níveis de adoção do IPv6 ao longo dos quatro anos, que passaram de 3% para 9%, 14%, 16% e 21%. Ao comparar os valores regionais com os globais, a maior adoção do IPv6 fica evidenciada no âmbito global com diferenças que ficam entre 5 e 9 pontos percentuais. A menor diferença ocorre em 2016, enquanto a maior verifica-se em 2019. Por sua vez, o ano de 2020 apresenta particularidades de destaque. Se apenas for considerada a região, verifica-se um aumento de quatro pontos percentuais de 2019 a 2020. No entanto, nos anos anteriores ocorreram aumentos mais significativos. Se a diferença entre a adoção regional e global for considerada, nenhuma diferença significativa será encontrada em relação a anos anteriores.

Apesar disso, outros dados divulgados da pesquisa original indicam que durante a pandemia houve uma forte demanda no número de designações feitas pelo registro do LACNIC⁹, em que cerca de 49% estão visíveis. Isso também aconteceu com o tráfego dos ASN (*Autonomous System Number*) que até o final de junho de 2020 teve um crescimento de 84%¹⁰. O teletrabalho, a teleducação e outros aplicativos aumentaram seu uso na crise sanitária e exigiram altas designações dos provedores do serviço da Internet. Nesse sentido, uma das hipóteses é que a crise sanitária e seu impacto no uso de aplicativos e serviços on-line geraram a percepção de que o esgotamento de endereços IPv4 estava mais próximo no curto prazo e, conseqüentemente, originaram uma motivação mais forte para a implementação do IPv6.

No segundo caso, o quadro comparativo em nível sub-regional permite avaliar um crescimento gradativo do grau de adoção do IPv6 na América do Sul e Central nos últimos 5 anos. No caso do Caribe, os níveis de adoção estão por baixo de 10% e os dados não mostram tendência de crescimento.

⁹ LACNIC (2020, 29 de junho). A pandemia desencadeou o uso da Internet na região. LACNIC Newsletter: <https://prensa.lacnic.net/news/ipv6/la-pandemia-disparo-el-uso-de-ipv6-en-la-region>.

¹⁰ LACNIC (2020, 10 de junho). Webinar IPv6 Day [vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9002gRIJ63o>.

Considerações para a adoção do IPv6

Uma vez implementada a infraestrutura do IPv6, sua adoção é associada a outro tipo de fatores, tais como a incidência dos dispositivos, a sua capacidade de uso do protocolo IPv6, as suas características, a compatibilidade do equipamento com o protocolo, bem como o conteúdo que é transmitido. As principais considerações levantadas para esses fatores são: Em primeiro lugar, a adoção depende —entre outras circunstâncias— da capacidade dos dispositivos do usuário final de usar o protocolo mencionado, bem como do conteúdo transmitido.

Hoje, há uma variedade de dispositivos que requerem conexão à Internet para poder funcionar. Alguns exemplos disso são:

- Os dispositivos móveis (como telefones celulares ou tablets) são geralmente compatíveis com IPv6, embora possam existir exceções em terminais muito simples ou em versões muito antigas do Android. Embora a seleção do protocolo seja automática, em muitos casos deve ser feita manualmente. Nos últimos anos, as TV inteligentes (smart TV) são compatíveis com o IPv6. Em geral, a função é desativada de fábrica para evitar problemas de configuração e reclamações posteriores.
- Os dispositivos de casa inteligente (fornos de micro-ondas, geladeiras, câmeras de vigilância de vídeo, etc.) em sua grande maioria são compatíveis devido à segurança oferecida pelo novo protocolo.
- Os relógios inteligentes, que desde o seu surgimento podiam usar o IPv6.
- Equipamentos dentro das instalações do cliente (CPE, por sua sigla em inglês), dos quais alguns que suportam apenas IPv4 ainda podem ser encontrados em operação. Hoje a demanda dos ISP é principalmente por CPE compatíveis com o protocolo IPv6. Devido ao desenvolvimento tecnológico, isso é o mais frequente. Ao adotar o protocolo IPv6, os ISP devem levar em conta dois aspectos chave ao analisar a compatibilidade e capacidade dos dispositivos: (i) as licenças (alguns dispositivos vão precisar de uma atualização de licença de seu *firmware* ou sistema operacional, para obter acesso às funcionalidades do novo protocolo, o que pode aumentar significativamente seu custo) e (ii) a capacidade (algumas plataformas e dispositivos não são compatíveis com o IPv6, nem mesmo fazendo uma atualização).

Um outro fator com incidência na adoção do IPv6 é a oferta de conteúdo. Hoje, a grande maioria dos principais provedores de conteúdo (Google, Facebook, Netflix) tem o IPv6 implementado em suas redes e oferece conteúdo em ambos os protocolos. Porém, para o melhor desempenho, sob a coexistência do IPv4 e IPv6, são usados algoritmos que selecionam automaticamente o protocolo. Destaca-se o caso do Happy Eyeballs, algoritmo publicado pelo IETF que fornece aos aplicativos pilha dupla uma maior capacidade de resposta para os seus usuários, seleciona qual dos dois canais (IPv4 ou IPv6, sempre com preferência pelo último) será o melhor para uma conexão específica. Dependendo da qualidade das diferentes implementações do IPv6, os dispositivos podem preferir uma ou outra pilha.

Finalmente, entre as considerações sobre os fatores com incidência na adoção do IPv6, destacam-se as tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), a tecnologia 5G e a computação em nuvem. O termo IoT refere aos sistemas de dispositivos físicos que recebem e transferem dados através de redes sem fio sem a intervenção humana. Para o funcionamento de cada dispositivo é necessário designar um endereço IP. Embora seja verdade que nem todos os dispositivos IoT irão precisar de um endereço IP público, o IPv4 não teria a capacidade suficiente para fornecer a quantidade de dispositivos IoT esperados para os próximos anos na ALC. O IPv6 tem trilhões de trilhões de endereços, portanto, mesmo que a IoT atenda ou exceda as projeções do dispositivo, estes deveriam ser suficientes.

A tecnologia 5G e seu verdadeiro potencial ainda não estão sendo usados. O protocolo IPv6, ao usar endereços de 128 bits, vai ajudar na implementação de células pequenas para trabalhar de forma simples e eficiente, sem a necessidade de tradução de endereços. O novo protocolo também poderá ajudar na experiência do usuário (taxas de transmissão, latência, mobilidade), no desempenho dos sistemas, na eficiência energética e na sinalização de dispositivos e serviços aprimorados (localização, segurança, confiabilidade, transparência na conectividade). Em termos de computação em nuvem, espera-se melhor desempenho com o IPv6. A ausência de NAT no caminho IPv6 permite que os operadores de nuvem sejam mais eficazes no controle de abusos, resultando em melhor segurança para os usuários.

Considerações finais

Este trabalho visou apresentar a evolução da implementação e adoção do IPv6 na região juntamente com as principais tendências levantadas, especificamente no que refere à adoção da infraestrutura IPv6 e os diferentes fatores que afetam o processo. Também explorou a evolução do esgotamento do IPv4, a transição para o IPv6 e a coexistência entre protocolos.

Do outro lado, é possível perceber o crescimento de 18 pontos percentuais na adoção do IPv6 na região entre 2016 e 2020. Não obstante isso, existem assimetrias no nível sub-regional: América do Sul (25%), América Central (30%) e o Caribe (7%). A região está bem posicionada e fez muitos avanços; entretanto, ainda há um percentual de adoção menor, tanto com relação à média global quanto à demais regiões. Além disso, apresenta múltiplas diferenças nos percentuais de adoção em cada sub-região.

Do outro lado, as tendências levantadas apresentam diferentes fatores que influenciam a adoção do IPv6, tais como a incidência dos dispositivos, sua capacidade de uso do protocolo IPv6, suas características, a compatibilidade do equipamento com o protocolo, bem como o conteúdo que é transmitido.

Para concluir, o trabalho colocou brevemente alguns aspectos do papel que as tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), a tecnologia 5G e a computação em nuvem, poderiam ter na implementação do IPv6 no futuro.

Referências

LACNIC (2021, outubro). Fases do esgotamento do IPv4. <<https://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>>.

LACNIC (2020, 29 de junho). A pandemia desencadeou o uso da Internet na região. LACNIC Newsletter. <<https://prensa.lacnic.net/news/ipv6/la-pandemia-disparo-el-uso-de-ipv6-en-la-region>>.

LACNIC (2020, 10 de junho). Webinar IPv6 Day (vídeo). YouTube. <<https://www.youtube.com/watch?v=90O2gRIJ63o>>.



CONTATO

 <http://www.lacnic.net>

 comunicaciones@lacnic.net

 [@lacnic](https://twitter.com/lacnic)