

Aplicação do Protocolo IPv6 Através de Técnicas de Tunelamento e Pilha Dupla

Rodrigo Ferreira Gonçalves*
CCEI - Urcamp
rodrigo@urcamp.edu.br
Cristiano Cachapuz e Lima**
CCEI – Urcamp

Léu Cardoso Carate**
CCEI - Urcamp
Abner Guedes**
CCEI - Urcamp

Resumo— Este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma aplicação do protocolo IPv6 através das técnicas de tunelamento e pilha dupla na Gráfica Instituto de Menores – Bagé/RS, buscando documentar a prática, os benefícios e as dificuldades encontradas. O IPv6 é nova versão de comunicação e de transporte dos pacotes em rede TCP/IP. Com avanço rápido da Internet e de novas tecnologias ficou evidente o esgotamento por endereços IPs, o protocolo IPv6, surge com propósito de oferecer maior número de Ips e corrigir desta forma algumas falhas no protocolo anterior o IPv4.

I. INTRODUÇÃO

Com crescimento acelerado das tecnologias e dispositivos que utilização a Internet como meio de comunicação e o número crescente de novos serviços em redes TCP/IP, observou-se o esgotamento do protocolo IPv4, com isso foi realizado um estudo sobre IPv6, com o intuito de facilitar o processo de transição entre as duas versões do protocolo de Internet, algumas técnicas foram implantadas como: tunelamento e pilha dupla no parque de computadores da Gráfica Instituto de Menores, com a necessidade de analisar a compatibilidade com o protocolo IPv4.

A. Objetivos

1) *Objetivo Geral:* Aplicar as técnicas de tunelamento e pilha dupla, para obter conectividade com IPv6, garantindo mais endereços IPs, onde serão estudadas algumas técnicas de transição do protocolo.

2) *Objetivos Específicos:*

- Verificar o parque de hardwares e softwares se suportaria o novo protocolo;
- Realizar testes com emulação de máquinas virtuais;
- Aplicar técnicas de tunelamento e pilha dupla com IPv6;
- Apresentar a navegação em páginas Web que já estejam funcionando com IPv6.

3) *Problema de Pesquisa*

Com o crescimento das tecnologias que utilizam serviços de Internet nos últimos anos, a necessidade de obter endereços IPs, cresceu rapidamente, então é evidente que será necessário a aplicação do novo protocolo de rede, e o IPv6 irá suportar este crescimento e manter melhor desempenho que o IPv4?

II. METODOLOGIA

Este trabalho é caracterizado por ser de estudo bibliográfico sobre as características e métodos de aplicação do protocolo IPv6. Foram estudadas algumas técnicas de transição do protocolo IPv6 e um ambiente de testes, com a necessidade de analisar a compatibilidade com o protocolo IPv4. Os seguintes procedimentos foram realizados:

- Instalação e configuração de máquinas virtuais;
- Instalação e configuração do Windows Server 2008;
- Instalação de software que faz o encapsulamento do IPv6 no IPv4;
- Configuração de roteador 3Com Baseline Switch 2952;
- Configuração do firewall PfSense;
- Configuração do tunelamento e da pilha dupla;
- Realização de testes no servidor (traçar rotas, ping, ipconfig);
- Visualização de páginas Web com suporte a IPv6.

III. REVISÃO DE LITERATURA

O IPv6 foi desenvolvido com alguns objetivos, tendo em mente que deveria ser um passo evolucionário em relação à versão 4, não um passo radicalmente revolucionário[1]. Funções desnecessárias foram removidas, funções que trabalham bem foram mantidas e novas funcionalidades foram acrescentadas. O novo protocolo, aumenta o espaço de endereçamento de 32 para 128 bits, suportando mais níveis de hierarquia de endereçamento, um número muito maior de nodos endereçáveis e permitindo a auto-configuração de nodos [2].

O IPv6 é a chave para a inovação tecnológica em termos de novos modelos. Tem como principal característica o espaço de endereçamento, que é maior que o IPv4. Além disso, foram acrescentadas outras características para suprir as necessidades, da mesma forma que foi lhe dado robustez para atender às novas tendências de mercado [3].

A transição do IPv4 para o IPv6 é permitir a interoperabilidade entre hosts IPv4 e IPv6, fazer com que hosts e roteadores IPv6 sejam adicionados na Internet de forma altamente incremental e difusa e, um terceiro objetivo é que o entendimento e a execução da transição deve ser tão fácil quanto possível para os usuários finais, administradores de sistema e operadores de rede. Os mecanismos de transição asseguram que dispositivos rodando IPv6 ou IPv4, ou com ambos, possam colaborar

*Acadêmico do Curso de Sistemas de Informação da Universidade da Região da Campanha, Bagé, RS

** Professores do Centro de Ciências da Economia e Informática da Urcamp, Bagé, RS

mutuamente, permitindo que tanto ambientes que tenham os protocolos de mesma versão, quanto os que possuam versões distintas, possam operar na fase de transição. Esta característica protege os investimentos realizados em tecnologia IPv4 e garante que o mesmo não ficará obsoleto, até a migração de todas as máquinas que compõem a Internet. Os mecanismos de transição para o IPv6 são compostos de um conjunto de ferramentas implementados em hosts ou em roteadores, tendo por finalidade minimizar os impactos do processo de transição [4].

A. Endereçamento

Um dos objetivos do IPv6 é expandir o espaço de endereçamento para que seja possível suprir a atual demanda por endereços IP, além de possibilitar no futuro que dispositivos como telefones celulares também possuam endereços IP. Assim, os endereços do protocolo IPv6 são compostos por 128 bits e utiliza notação hexadecimal. Isto possibilita uma maior capacidade de endereçamento quanto comparado aos 32 bits dos endereços do IPv4. Pode-se classificar um endereço IPv6 em três tipos:

1) *Unicast*: Endereço utilizado para identificar uma interface de um nó IPv6. Qualquer pacote enviado para este endereço será entregue para a respectiva interface;

2) *Multicast*: Endereço utilizado para especificar um grupo de interfaces. Qualquer pacote enviado para um endereço multicast é entregue a todas as interfaces que compõe o grupo;

3) *Anycast*: Endereço anycast, como o multicast, também é atribuído a um conjunto de interfaces, entretanto um pacote enviado a este endereço será entregue a uma das interfaces, geralmente a mais próxima[5].

B. Tunelamento

O modelo de tunelamento tem como finalidade principal atender às necessidades de comunicação entre ambientes IPv6 através do IPv4. Para tanto, encapsula-se o datagrama IPv6 em um datagrama IPv4, permitindo que os datagramas IPv6 (agora encapsulados) possam acessar redes IPv6 que não estejam diretamente interconectadas, através de redes IPv4[6].

C. Pilha Dupla

Nesta fase inicial de implementação do IPv6, ainda não é aconselhável ter nós com suporte apenas a esta versão do protocolo IP, visto que muitos serviços e dispositivos de rede ainda trabalham somente sobre IPv4. Deste modo, uma possibilidade é a de se introduzir o método conhecido como pilha dupla.

A utilização deste método permite que hosts e roteadores estejam equipados com pilhas para ambos os protocolos, tendo a capacidade de enviar e receber os dois pacotes, IPv4 e IPv6. Com isso, um nó pilha dupla, ou nó IPv6/IPv4, na comunicação com um nó IPv6, se comportará como um nó apenas IPv6, e na comunicação com um nó IPv4, se comportará como um nó apenas IPv4.

Cada nó IPv6/IPv4 é configurado com ambos endereços, utilizando mecanismos IPv4 (ex. DHCP) para adquirir seu endereço IPv4, e mecanismos do protocolo IPv6 (ex. auto-configuração e/ou DHCPv6) para adquirir seu endereço IPv6. Este método de transição pode facilitar o gerenciamento da implantação do IPv6, por permitir que este seja feito de forma gradual, configurando pequenas seções do ambiente de rede de cada vez. Além disso, caso no futuro o IPv4 não seja mais usado, basta simplesmente desabilitar a pilha IPv4 de cada nó [7].

IV. EMULAÇÃO DO LABORATÓRIO VIRTUAL

Este laboratório, tem objetivo de testar a aplicação do protocolo IPv6 através de um tunelamento e logo uma pilha dupla e também a compatibilidade com hardwares e softwares, que serão utilizados durante os testes, consiste em uma rede com 2 computadores, onde existe 2 domínios de colisão, utilizando um servidor Windows Server 2008, que no qual será instalado o software gogoCLIENT, que vai realizar um tunelamento até o servidor externo IPv6, assim encapsulando pacotes IPv6 em IPv4 e também será realizado a emulação de uma estação cliente com Windows XP Sp3, logo após serão aplicados testes com equipamentos reais como Switch do fabricante 3Com, firewall Pf Sense, conforme apresentado na figura 1.

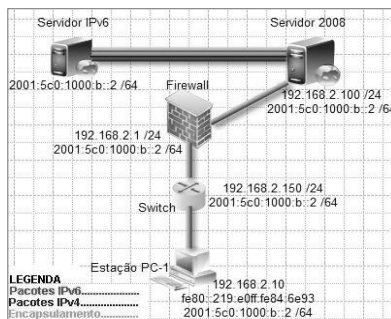


Figura 1. Laboratório virtual.

Durante as aplicações do protocolo IPv6 no laboratório virtual, foi utilizado como software de virtualização o Vmware, que emulou o servidor durante os testes. Não foi constatado nenhum problema de incompatibilidade com hardware e software, a conectividade com o novo protocolo manteve-se constante e estável sem perder qualidade de conexão e de pacotes encapsulados. O laboratório virtual mostra também, os endereços IPv4 e IPv6 que cada equipamento obteve após as devidas configurações.

V. INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO IPV6

Após ter realizado os testes, aplicou-se as técnicas de tunelamento e pilha dupla na rede real. Com a instalação do gogoCLIENT, que é um software gratuito, que está disponível para download através do endereço

<http://gogonet.gogo6.com/>, para as plataformas Windows e Linux.

Depois de ter realizado o *download*, inicia-se a instalação e configurações básicas do gogoCLIENT que vai realizar um tunelamento, encapsulando pacotes IPv6 em pacotes IPv4, com isto fornecendo um endereço DNS 2001:5c0:1000:b::2, que é adicionado nas propriedades de rede de uma das interfaces, no Windows Server 2008, e também no firewall e Switch, logo é necessário realizar a instalação nas estações clientes, pode ser por interface gráfica ou por linha de comando, através dos comandos:

- `ipv6 install` - realiza instalação do IPv6;
- `netsh interface ipv6 install` - realiza instalação da interface de rede do IPv6.

A. Configuração do IPv6 no Firewall

O *firewall* utilizado no parque de hardware, é o PfSense, que pode ser acessado por linha de comando ou pela interface Web.

O PfSense, que já está com suporte ao IPv6, mas porém, não configurado, para habilitar o IPv6, é necessário marcar duas opções: `allow IPv6 traffic` (permitir o tráfego IPv6) e `NAT encapsulated IPv6 packets` (encapsulados pacotes IPv6) é necessário adicionar o DNS 2001:5c0:1000:b::2, como foi realizado no Windows Server 2008, para que o roteamento seja realizado até o switch.

B. Configuração do IPv6 no Switch 3com Baseline 2953

A rede é gerenciada por um switch Baseline 3Com 2952 que já está configurado com protocolo IPv4 e usa endereços de IP da classe C, para realizar as configurações com IPv6, foi necessário acessar o *switch*, através do endereço <http://192.168.2.150>. Como este modelo permite configurar, dois protocolos ao mesmo tempo, disponibilizando aplicar uma configuração apenas com IPv6 ou com IPv4, com esta versão do IOS do switch foi possível realizar uma pilha dupla, onde possui o endereço 192.168.2.150 /24 para o IPv4 e no IPv6 o DNS acrescentado foi 2001:5c0:1000:b::2 /64, que é um endereço global roteável dentro da rede.

C. Alguns Comandos Utilizados para Testes

Referente aos comandos utilizados para testar, o novo protocolo, não muda muito em relação a todos aqueles que são utilizados com IPv4, então podem ser reutilizados no IPv6, mas surgiram alguns comandos novos, que serão listados abaixo:

- **Ping6** - sua função é a mesma do ping do usado no IPv4, mostrará apenas endereços IPv6;
- **net start tcpip6** - ativa o serviço de ip no IPv6;
- **ipv6 install** - instala o IPv6;
- **netsh interface ipv6 install** - instala interface do IPv6;
- **tracert ipv6** - rastreia a rota;
- **netsh interface ipv6 show neighbors** - Mostra as entradas do cache vizinho;
- **netsh interface ipv6 show address** - Mostra o tipo de endereço, estado de vida válido e os endereços IPv6.

D. Resultados Obtidos com as Aplicações

Após ter realizado os testes como instalações, configurações, comandos de rede, foi utilizado um software para captura de pacotes, neste caso o Wireshark, que é compatível com os dois protocolos IPv4 e IPv6, é uma ferramenta de depuração de dados de rede que tem como finalidade capturar de modo transparente, uma amostra dos 83 datagramas que estão passando no barramento conforme mostra figura 2.

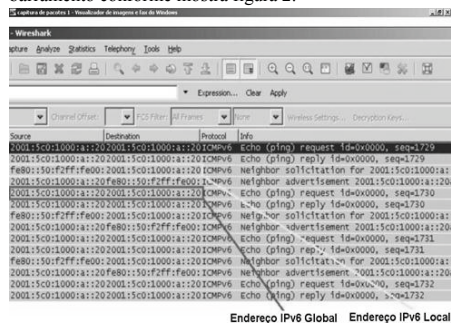


Figura 2. Captura de pacotes IPv6

Onde foi possível visualizar, os datagramas e endereços global e local do protocolo IPv6, como por ex: endereço global (2001:5C0:1000:a::202001:5c0:100:a::20) e endereço local (fe80::50:f2ff:fe00:2001:5c0:1000:a::20), que é um endereço multicast auto-configurado do tipo enlace-local. Ele inclui o MAC Ethernet da interface de rede, misturado com parte da auto-configuração do IPv6, a existência de um endereço deste tipo simplifica consideravelmente protocolos como o DHCPv6 e evita o uso de broadcast, tendo assim:

- Melhorias no roteamento;
- Simplificação do cabeçalho do protocolo, diminuindo o tempo de processamento na análise dos cabeçalho, por parte de roteadores e hosts;
- Garantia de mais segurança em relação à versão atual.

Após aplicação das técnicas utilizadas, foram realizados testes com páginas Web, utilizando 2 navegadores: Internet Explorer e Mozilla Firefox, buscando analisar o tempo de carregamento de cada página acessada. O gráfico 1 mostra o intervalo de tempo que cada página com suporte a IPv4 e IPv6, levou para terminar o carregamento completo.

A. Sites com suporte ao IPv4 representados no gráfico pela cor vermelha:

- 1º Site - <http://www.google.com>
- 2º Site - <http://www.ibm.com/us/en>
- 3º Site - <http://www.cisco.com>
- 4º Site - <http://www.youtube.com>
- 5º Site - <http://www.terra.com.br>

B. Sites com suporte ao IPv6 representados no gráfico pela cor azul:

- 1º Site - <http://www.google.com.sixxs.org>
 2º Site - <http://www.ibm.com.sixxs.org/us/en>
 3º Site - <http://www.ipv6.cisco.com>
 4º Site - <http://www.youtube.com.sixxs.org>
 5º Site - <http://ipv6.terra.com.br>

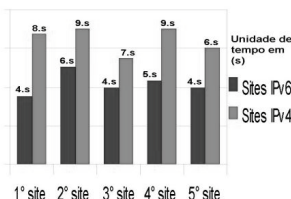


Gráfico 1. Tempo de acesso a páginas Web

Durante os testes realizados com sites listados acima, como mostra o gráfico. Aqueles com suporte ao IPv6 alcançaram menor tempo de carregamento da página Web em relação aos sites com suporte ao IPv4, com isso o IPv6 mostrou ter os melhores resultados com os dois navegadores utilizados nos testes.

E. Parque de hardware

A Gráfica Instituto de Menores atende toda a região sul do estado do Rio Grande do Sul, desde 1950, tendo um parque de hardware, utilizando seguintes equipamentos:

- modem ADSL D-link modelo 500B com banda de 1 Mbps;
- Um servidor Windows 2008;
- Um firewall (Pf Sense);
- Um switch gerenciável do fabricante 3Com modelo 2952, com 48 portas;
- Dezoito computadores desktops;
- Dois notebooks;
- Um roteador wireless Linksys modelo wrt54g2;
- Cinco impressoras HP Officejet k8600.

A figura 3 apresenta o diagrama de rede e mostra o switch, firewall e servidor e estações, que já estão com seus endereços IPv4 e IPv6, onde os pontos vermelhos ilustrados na figura, são pacotes IPv6 encapsulados em IPv4, que é visualizado em verde, formando assim, um tunelamento e pilha dupla.

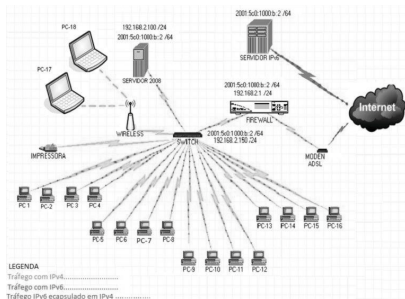


Figura 3. Diagrama de rede

VI. CONCLUSÃO

Como não foi possível aplicar algumas funcionalidades apresentadas no referencial teórico, devido a pouco material, que abordasse o prático, sobre configurações, melhor técnica a ser aplicada, isto dificultou bastante e também, em função de algumas limitações, durante o estudo verificou-se que, não existe na cidade provedor nativo com suporte IPv6, isto dificultou a realização de algumas aplicações. Este trabalho apresentou, que existe uma nova possibilidade de endereçamento, onde permite se realizar várias técnicas de aplicação, tudo vai depender das estruturas de hardware e software.

As aplicações por tunelamento e pilha dupla, embora não sendo de forma nativa, proporcionou um bom desempenho, pois, após as aplicações necessárias para obter-se conectividade com IPv6, em nenhum momento houve queda do servidor externo que disponibiliza o endereço IPv6, assim mantendo um roteamento funcional e estável, proporcionando um melhor carregamento de páginas Web que já estão com IPv6, disponibilidade de maior endereçamento, acesso a novos serviços e criptografia no endereçamento com uso do IPsec.

O protocolo IPv6 ainda está em fase de crescimento e grandes mudanças ainda serão aplicadas à medida que a grande massa de usuários iniciar a sua utilização.

REFERÊNCIAS

- [1] SILVA, Adailton J.S. O novo protocolo de Internet. Disponível em: <<http://www.rnp.br/newsgen/9706/n2-1.html#ng-novas>>. Acesso em: 20 Jun. 2011.
- [2] PEREIRA, Luiz Gustavo Anflor, Funções desnecessárias <<http://penta2.ufgrs.br/redes296/ipv6/objetivo.htm>> Acesso em: 18 Jul. 2011.
- [3] Adailton J.S. O novo protocolo de Internet. Disponível em: <<http://www.rnp.br/newsgen/9706/n2-1.html#ng-novas>>. Acesso em: 20 Jun. 2011.
- [4] STRATUS Network. Migração de IPv4 para IPv6. Disponível em: <<http://stratusnetwork.com.br/ip4eip6.ph>>. Acesso em: 12 Ago. 2011.
- [5] URTADO, Alexandre de Assis, ALVES, Nilton Jr. Disponível em: <<http://www.ipv6.br/IPV6/ArtigoImplementacaoRedeRioParte05>>. Acesso em: 07 Ago 2011.
- [6] SANTOS, Rodrigo Regis. Tunelamento. Disponível em: <<http://www.ipv6.br/IPV6/ArtigoTecnicasTransicaoParte02>>. Acesso em: 03 Ago 2011.
- [7] SANTOS, Rodrigo Regis. Pilha Dupla. Disponível em: <<http://www.ipv6.br/IPV6/ArtigoTecnicasTransicaoParte01>>. Acesso em: 04 Ago 2011.