MULTIPLE CASE STUDY ANALYSIS DISCOURSE OF IPv6 PROTOCOL IMPLEMENTATION IN ORGANIZATIONS

Autores:
Cláudio Roberto Magalhães Pessoa (Universidade Fumec, Minas Gerais, Brasil) – cpessoa@fumec.br
George Leal Jamil (INESC, Porto, Portugal) – gljamil@gmail.com
Colaboradores:
Mario Marcio Figueiredo Rosa (Universidade Fumec, Minas Gerais, Brasil) – mario.rosa@remopt.com
Thiago Almeida Santos Geremias (Universidade Fumec, Minas Gerais, Brasil) - a223120081@fumec.edu.br
Pedro Henrique da Silva Santos (Universidade Fumec, Minas Gerais, Brasil) - pedrohenriquess_02@yahoo.com.br

Abstract

The diffusion of smartphones and tablets are one the main reasons for the growth of Internet usage. This fact accelerated the demand for the new version of IP (*Internet Protocol*), the responsible for the machine addressing in the worldwide data network.

The application of IP version 4is considered at its limits in Brazil in 2014 due to the high and growing number of connected devices to the Internet. Thus, a new version, which supports this crescent connection demand, is needed and a new IP version, called IPv6 has been proposed. For its application, however, organizations and even domestic users need to adapt, or they are at a risk to loose the pace of Internet usage. This update can include: equipment change, software adaptation, prepare for technical and users staffs, among many other actions, to this new reality.

This research has the objective to study such perspectives of change and the impact of adoption of this new protocol in organizations. An exploratory analysis was applied, as the main methodology, based on literature review for theoretical base and after a speech analysis was conducted over interviews with end-users and technical people, aiming to evaluate impacts on migration.

Keywords: IPv6, IT Governance, Strategic alignment.

ANÁLISE DE DISCURSO EM ESTUDOS DE MÚLTIPLOS CASOS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO IPv6 NAS ORGANIZAÇÕES

RESUMO

O crescimento do uso da internet no mundo, incentivado pela utilização de *Smartphones* e *tablets*, acelerou as demandas pelo usoda nova versão do protocolo IP (*Internet Protocol*), que é responsável pelo endereçamento das máquinas nas redes de dados.

A atual versão do protocolo IPv4, teve fim decretado de sua aplicação em 2014 no Brasil devido ao elevado e crescente número de dispositivos conectadosà rede. Neste contexto surge a versão 6 do protocolo IP, chamada de IPv6. É necessário que empresas, e até mesmo os usuários domésticos, se adaptem para utilizaro novo protocolo, sob pena de ficar fora da internet. Esta atualização pode incluir:troca dos equipamentos, adaptação de *softwares*a esta nova realidade, treinamento de equipes técnicas e de usuários dossistemas empresariais..

Esta pesquisa tem como objetivo estudaras perspectivas e o impacto da adoção do novo protocolo nas empresas. A metodologia aplicada foi a de uma análise exploratória com a utilização de revisão bibliográfica para o embasamento teórico e,em um segundo momento,foi feita análise de discurso sobre depoimentos colhidos de entrevistas com profissionais envolvidos em gestão e uso de redes,visandoavaliar o impacto da migração.

PALAVRAS CHAVE: IPv6, Governança de TI, Alinhamento Estratégico

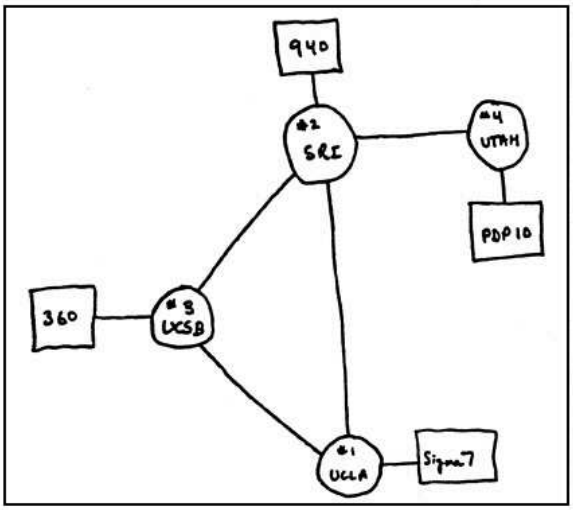
1 INTRODUÇÃO

IP (Internet Protocol) é um protocolo de comunicação usado para identificação entre máquinas de uma rede e para que seja possível o encaminhamento de dados. Permite a comunicaçãoentre máquinas de uma rede, mas também para a interligação de uma ou mais redes distintas.

A internet, no início, não foi criada para os fins comerciais, como é explorada hoje em dia. De acordo com o Comitê Gestor da Internet – Brasil (CGI.Br, 2014), internet é uma rede de computadores dispersos por todo o planeta que trocam dados e mensagens utilizando um protocolo comum.

SegundoDumas(2001), a internet nasceu no final dos anos 1960, em plena Guerra Fria, graças à iniciativa do Departamento de Defesa americano, que queria dispor de um conjunto de comunicação militar entre seus diferentes centros. Uma rede que fosse capaz de resistir a uma destruição parcial, provocada, por exemplo, por um ataque nuclear.

Em 1962, de acordo com Barros (2013), o engenheiro Joseph Licklider, do instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), já falavam de uma “Rede Intergaláctica de Computadores”. Em 1969 a agência norte americana *AdvancedResearchandProjectsAgency* (ARPA), objetivando conectar as bases militares e os departamentos de pesquisa do governo americano criou uma rede. Esta rede teve o seu berço dentro do Pentágono e foi batizada com o nome de ARPANet.Ela interligava quatro instituições: Universidade da Califórnia, LA e Santa Bárbara; Instituto de Pesquisa de Stanford e Universidade de Utah
Para Kioskea (2014), a ARPANet é considerada a precursora da internet. Pode-se dizer que a ARPANet foi a origem da Internet.



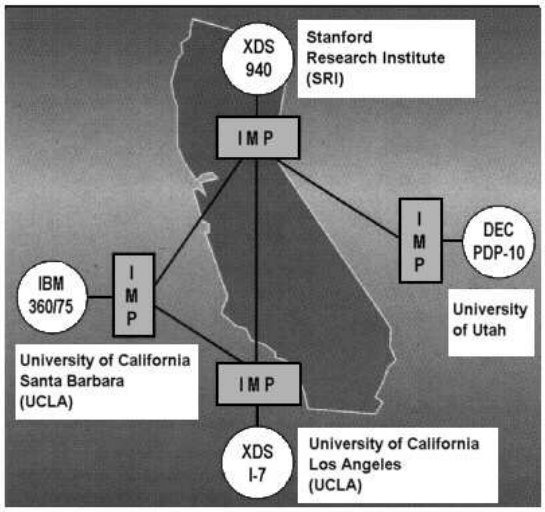


Figura 1: Mapa lógico da rede Arpanet em 1969
Fonte: Cybergeography

Devido ao crescimento da ARPANet, que passou a atender a outros órgãos, foi necessário criar um padrão, para que todos os envolvidos pudessem se comunicar de maneira uniforme. Criou-se então um conjunto de protocolos denominados de TCP/IP. Dumas (2001) indica o TCP/IP, criado por Robert Kahnet e VintCerf em 1974. VintCerf e Bob Kahn publicaram um artigo chamado "*A Protocol for Packet Network Internetworking*" (ACM SIGCOMM, 2005 – republicação) (Um Protocolo para Comunicação entre Redes de Pacotes[1]), que definia o TCP (*TransmissionControlProtocol*). Foi a primeira vez que o termo Internet foi utilizado. Em 1976 o TCP/IP foi implantado e então iniciou-se a internet. Donisete (2011) afirma que,em 1986, uma nova rede foi lançada pela NSF -*National Science Foundation*, dos Estados Unidos, onde a ARPANET se juntou quatro anos mais tarde.Segundo Dumas (2001), a internet, até este momento, estava sem uma devida autoridade, que gerisse o acesso dos usuários. Foi então criada a IANA (*Internet AssignerNumbersAuthority*), responsável por nomes dos domínios, através da utilização do protocolo o DNS (*Domain Name System*). Graças a IANA os endereços IP poderão ser acessados através de nomes.

Com o passar dos anos a Internet se popularizou e cresceu de forma exponencial. O advento do uso de *smartphones*, *tablets*, entre outros equipamentos, fez com que os endereços IP, que identificam as máquinas na rede, na sua versão atual (IPv4) se esgotasse. Por isso, faz-se necessário a migração deste protocolo para uma nova versão (IPv6). Porém esta troca não se da de forma tão natural, pelo fato de um protocolo não ser compatível com o outro.

Esta pesquisa tem por objetivo conhecer, através de um estudo de múltiplos casos, quais estão sendo as dificuldades das empresas no momento desta migração. Através de uma revisão de literatura e de uma análise de discurso de gestores técnicos responsáveis pela migração em diversas empresas, foi possível conhecer o cenário que se encontra o mercado em relação a esta migração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TCP/IP

Segundo Donisete (2011), um conjunto de computadores e dispositivos capazes de comunicarem-se, utilizando um conjunto de regras pré-determinadas, é chamado de rede. Este conjunto de regras pré-determinadas, denomina-se protocolo. O protocolo rege o funcionamento de uma rede e é capaz de atribuir parâmetros padrões necessários para garantir interoperabilidade entre elementos interconectados.

Ainda de acordo com Donisete (2011), o IP é um protocolo desenvolvido para possibilitar a comunicações de dispositivos entres redes distintas. O IP surgiu a partir de uma pilha de protocolos ainda maior, denominada TCP/IP.

Na internet a função do TCP/IP é fazer com que dois ou mais dispositivos conectados a uma mesma rede possam comunicar-se entre si. Trata-se de um conjunto de protocolos

[1]Tradução nossa

criados para comunicação entre máquinas. Dessa forma, os computadores conseguem enviar e receber informações que podem ser:*email*, *web sites*, pacotes de arquivos eletrônicos como textos, planilhas, etc.

O TCP (Protocolo de Controle de Transmissão) é o responsável por quebrar uma mensagem em partes menores, ordenar eenvia-las pela internet. O computador de destino recebe esses pacotes menorese com a utilização do TCP remonta os dados no formato da mensagem original.

Para que esses pacotes cheguem ao destino certo, utiliza-se o IP, que fornece o endereço que será o identificador de cada máquina na rede.

De acordo com Oliveira (2011), a primeira versão do protocolo TCP/IP foi concebida em 1969, através dos trabalhos do DARPA (*DefenseAdvancedResearchProjectsAgency*), com o projeto ARPANET (*AdvancedResearchProjectsAgency Network*)

2.2 IPv4

A versão 4 do protocolo IP, chamada IPv4, foi desenvolvida nos anos 70 e, apesar de ser robusta, está se tornando obsoleta, devido às novas aplicações e ao crescimento rápido da rede.NIC.br (2011) Apresenta sérios problemas de segurança, que periodicamente são descobertos e são de difícil solução, demandando um alto investimento. Alguns ataques contra computadores na internet só são possíveis devido a falhas no protocolo IP, assunto esse que não é foco desta pesquisa.

Atualmente, o problema mais relevante dessa versãorefere-se à escassez de endereços IPv4, uma vez que estes são usados por todos os dispositivos conectadas à Internet.

Devido às suas especificações, diretrizes e funcionamento, o protocolo TCP/IP tornou-se o mais difundido para conexão de dispositivos em redes, estabelecendo-se como um padrão de fato.Segundo Martins (2008) em 1978, quando VintCerf, Steve Crocker e Danny Cohen decidiram passar as funções de roteamento do TCP para um protocolo separado, surgiu o IP.

O principal órgão envolvido no desenvolvimento de especificações para os novos padrões de Internet, denominado, IETF(*Internet EngineeringTask Force*),criou uma RFC[2](*Request For Comments*) para detalhar o protocolo TCP/IP e seu funcionamento.

A especificação do IPv4 foi publicada em setembro de 1981, também pelo IETF, RFC 791, com o auxílio do *InformationSciencesInstitute – Universityof Southern California* (Instituto de Ciências da Informação da Universidade do Sul da Califórnia). Em 1982 o TCP e o IP foram adotados como os protocolos oficiais da ARPANET.

Segundo Kyetoy (2008), o protocolo IP implementa duas funções básicas e imprescindíveis para o funcionamento de uma rede: o endereçamento de todos os elementos e a fragmentação dos pacotes encaminhados na mesma.

---

[2] Como definido pelo IETF, RFC é um procedimento de avaliação de pontos a discutir entre a comunidade usuária da Internet, iniciando um processo de aprovação de mudanças ou procedimentos adicionais para o uso da rede mundial. As RFCs recebem números conforme sua aprovação em concordância pela comunidade. Em http://www.ietf.org/rfc.html.

Referente ao endereçamento, na versão 4 do protocolo IP, a identificação de um equipamento é um número binário de 32 bits, representado por um conjunto de quatro octetos (um conjunto de 8 bits), separados por pontos, que variam entre 0 e 255. O tamanho do campo proporciona 4.294.967.296 combinações de endereços IPs. (KYETOY 2008)

Na estrutura da Internet, cada host[3] possui um único endereço IP, ou seja, para cada equipamento eletroeletrônico, com capacidade de conexão a Internet, debita-se uma unidade das 2^{32} possíveis combinações. Ainda de acordo com Kyetoy (2008), um endereço IP identifica um único host na Internet, bem como a rede na qual esse host é vinculado. Desta maneira, pacotes de dados podem ser encaminhados até seu destino a partir de um endereço IP. Este processo de encaminhamento recebe o nome de roteamento.

De forma a prover flexibilidade para suportar tamanhos de rede diferentes, decidiu-se que o espaço de endereço IP deve ser dividido em três diferentes classes de endereços: classes A, B e C. Cada classe fixa o limite entre o prefixo de rede e o *host-number* em diferentes pontos entre os 32 bits de endereço. As classes fundamentais de endereços são mostradas abaixo na figura 2:

Figura 2: Classes de endereços IPv4

	1° octeto	2° octeto	3° octeto	4° octeto
Classe A	Rede	Host	Host	Host
Classe B	Rede	Rede	Host	Host
Classe C	Rede	Rede	Rede	Host

		Rede	Hosts
Classe A	01111111.00000000.00000000.00000000	8 bits	24 bits (zeros)
Classe B	10111111.11111111.00000000.00000000	16 bits	16 bits (zeros)
Classe C	11011111.11111111.11111111.00000000	24 bits	8 bits (zeros)

Fonte: Portal MCSE Solution (2014)

Segundo o exame da tabela da Fig. 2:

- Classe A – Usa apenas o primeiro octeto para identificar a rede e os seguintes 3 octetos (24 bits) para identificar hosts.
- Classe B – Usa os dois primeiros octetos para rede e os últimos dois octetos (16 bits) para hosts.
- Classe C – Usa os três primeiros octetos para a rede e o ultimo octeto (8 bits) para hosts.

Rede Classe A (/8)

[3] Segundo Kurose e Roos (2013), no jargão de redes, todos os equipamentos são denominados *host* (hospedeiros)

Cada endereço de rede classe A possui um prefixo de rede de 8 bits, com o bit mais significativo em 0 e um número de rede de 7 bits, seguido por um *host-number* de 24 bits. Hoje estas redes são mais usualmente chamadas de /8.

Cada /8 suporta um máximo de 16.777.214 (224-2) hosts por rede. Este cálculo se dá devido ao fato de que os *host-numbers* tudo zero, 0.0.0.0 ("própria rede") e tudo um, 1.1.1.1 ("broadcast"), não devem ser associados a hosts individuais.

Já que o conjunto dos endereços /8 contém 231(2.147.483.648) endereços individuais e o espaço de endereços IPv4 contém no máximo 232 (4.294.967.296) endereços, os endereços /8 representam 50% do total do IPv4.

Rede Classe B (/16)

Cada endereço de rede classe B possui 16 bits de prefixos de rede com os dois bits mais significativos como 1-0 e os 14 bits do número de rede, seguido por 16 bits de host-number.

Podem ser definidas no máximo 16.384 (214) redes /16 com no máximo 65.534 (216) hosts por rede. O conjunto dos endereços /16 representa 25% do total dos IPv4, já que possuem 230 (1.073.741.824) endereços.

Rede Classe C (/24)

Cada endereço de rede classe B possui um prefixo de rede de 24 bits com os três mais significativos em 1-1-0 e 21 bits de número de rede, seguido por 8 bits de host-number.

Podem ser definidas no máximo 2.097.152 (221) redes /24com um total de 254 (28-2) hosts por rede. O conjunto dos endereços /24 representa 12,5% do total dos IPv4, já que possuem 229 (536.870.912) endereços.

Outras Classes

Além destas três classes mais populares, existem mais duas. Endereços classe D possuem os quatro bits mais significativos em 1-1-1-0 e são utilizados para IP *Multicast,* que representa um número determinado de hosts. Já os endereços classe E possuem seus quatro bits mais significativos em 1-1-1-1 e são reservados para uso experimental.

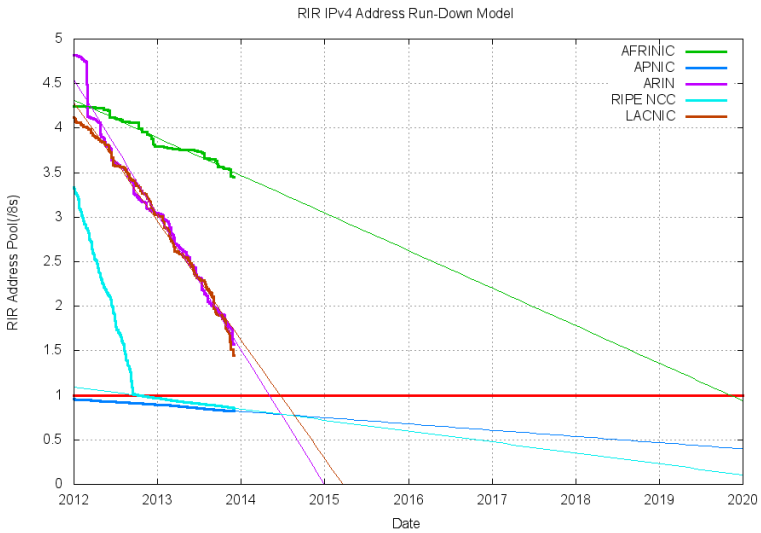
Conforme Frank Ned (NED, 1998):

> A atual base do IPv4 foi criada para atingir o mercado de computadores, cujo enfoque é conectar computadores de grandes empresas, do governo e de escolas universitárias à Internet. Este mercado ainda está crescendo a uma taxa exponencial. A faixa de computadores ligados a Internet variam de PC's a supercomputadores. A maioria encontra-se conectado a redes locais (LANs) e não são móveis. (NED, 1998)

De acordo com dados recentes do portal Huston(2013), mantido pelo cientista chefe do APANIC, órgão responsável pelo registro regional de IPs para a região da Ásia e Pacífico,

em conjunto com o IANA (Internet AssignedNumbersAuthority), órgão que coordena globalmente o sistema de endereçamento IPs, a reserva de endereços IPv4 esgotar-se-á até o primeiro semestre do ano de 2020. Segundo a mesma fonte, desconsiderando-se o continente africano (AFRICNIC), o período de esgotamento será antecipado para o segundo semestre de 2014, conforme pode-se ver na figura 3.

Figura 3 – Esgotamento de endereços IPv4 no mundo



Fonte: Portal Pootaro(2014)

O problema só não se agravou anteriormente devido à aplicação de várias tecnologias e medidas paliativas que surgiram ao longo da década de 1990, evitando o esgotamento mais rápido da capacidade de endereçamento. Dentre essas podem ser citadas: o DHCP (*DynamicHostConfigurationProtocol*), que permite a alocação de endereço IPs de forma dinâmica; e o uso de endereços privados, que por convenção não deve-se anunciá-los para os usuários da Internet, sendo válidos apenas em redes locais (empresas ou residências). Para se aplicar esta técnica utiliza-se uma tecnologia denominada NAT (network addresstranslation), que permite traduzir os endereços privados em endereços públicos. (COOTER,2010).

> "Embora estas soluções tenham diminuído a demanda por IP`s, elas não foram suficientes para resolver os problemas decorrentes do crescimento da Internet. A adoção dessas técnicas reduziu em apenas 14% a quantidade de blocos de endereços solicitados à IANA[4] e a curva de crescimento da Internet continuava apresentando um aumento exponencial." (IPv6.br, 2012).

Conforme as previsões em 2011,acabou o estoque de endereços IPv4 da IANA, como citado a seguir. Pouco tempo depois, ainda em 2011, foi a vez da primeira autoridade

[4]IANA (*Internet AssignedNumbersAuthority*) – órgão mundial que controla a distribuição de IPs na internet.

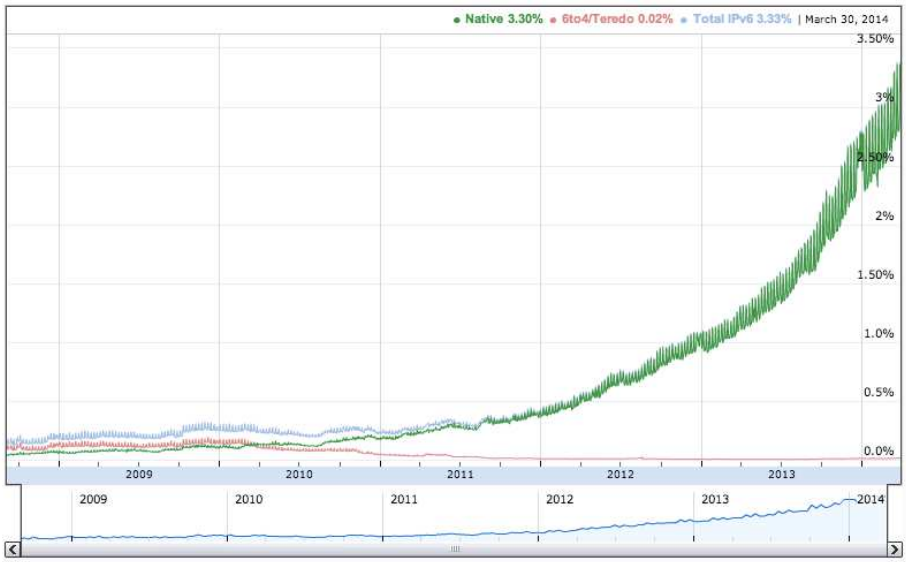
regional anunciar o fim dos endereços - o APNIC na Ásia e Pacífico. Em 2012 foi a vez do RIPE NCC na Europa. E agora oficialmente no dia 10 de Junho de 2014 acabou o estoque de endereços IPv4 não alocados na nossa região (América Latina e Caribe), segundo anúncio do LACNIC (Registro de Endereços da Internet para América Latina e Caribe). O Lacnic alertou para a urgência de se migrar para o IPv6, que elevaria a quantidade de endereços disponíveis à casa dos bilhões.

O crescimento do uso do novo protocolo já é uma realidade. Segundo o Nic.br(2014) o Google em março de 2014 já tinha 3% de seus usuários utilizando o IPv6. Tal fato pode parecer uma evolução pequena, mas em setembro de 2013 eram 2% (figura 5), o que em termos de usuários do Google pode ser considerado um crescimento muito rápido.

Ao tratar o esgotamento IPv4, afirma-se o início de uma fase de reservas em que as designações são restritas em tamanho e periodicidade. Essas restrições foram definidas através de uma política proposta e aprovada pela própria comunidade Internet, onde se espera uma melhor administração e aproveitamento dos endereços IP restantes disponíveis.

Conforme orientações do Nic.br (2014) a partir deste momento, organizações no Brasil poderão receber, no máximo, 1.024 endereços IP (equivalente a um prefixo /22) a cada seis meses, mesmo que justifiquem a necessidade de blocos maiores.

Figura 5: Migração de usuários do Google para IPv6



Fonte: Google Estatísticas – disponível em http://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html

Segundo o CEO da LACNIC, Raul Echeberría:

> "Estamos diante de um fato histórico que não por ser esperado e anunciado, é menos importante. A partir de agora LACNIC e os Registros Nacionais somente podem designar quantidades muito pequenas de endereços IPv4, insuficientes para atender às necessidades de nossa região. A organização já entregou mais de

> 182 milhões de endereços IPv4 na América Latina e o Caribe desde o início de suas operações em 2002”. (ECHEBERRÍA, 2014)

Acredita-se que as organizações se preocupem em realizar logo a migração para o IPv6, como demonstra Echeberría (2014). Segundo ele,67% das organizações membro já têm endereços IPv6 designados por LACNIC e pelos Registros Nacionais NIC.br e NIC.MX, detalhe que ainda demonstra preocupação pelo restante das organizações que ainda não deram os passos necessários.

O Nic.br reforça a necessidade de urgência para adoção do IPv6, uma vez que o esgotamento do IPv4 poderá gerar ainda problemas de segurança, como por exemplo, uma maior dificuldade para identificar um criminoso online. Se uma empresa presente na Internet não implantar a nova tecnologia rapidamente, correrá o risco de ver seu serviço com falhas de funcionamento para um número crescente de usuários.

Segundo Nic.br (2014)boa parte dos equipamentos vendidos no mercado e utilizados por consumidores domésticos, como *smartphones* e roteadores Wi-Fi, ainda não suportam o IPv6. É importante que os consumidores passem a exigir o suporte ao protocolo ao comprar esses equipamentos ou contratar serviços na Internet.

Contudo, para sensibilizar tal situação, o próprio Comitê Gestor de Internet no Brasil - (CGI.Br, 2014) – aprovou medidas que visam acelerar a adoção do novo protocolo em recente resolução. Algumas empresas como Google, Facebook e algumas operadoras, cujo tráfego de dados é grande, tem realizado eventos, nomeado por eles de “IPV6 Day”, propiciando funcionamento exclusivo para os usuários que já utilizam IPv6.
Porém, segundo Pessoa et al(2013) existe uma resistência por parte das empresas em aderirem ao IPv6 por diversos motivos. Além de questões econômicas, a pesquisa mostrou que existe um receio de não obtenção de todas as funcionalidades atuais (IPv4) e problemas com segurança, que aumentarão de forma considerável, uma vez que os IPs serão públicos após a migração. De acordo com Getschko(2005), a expansão do IPV6 exige trocar toda a infraestrutura e isso demora. A implantação do IPV6, sem uma uniformização, criará ilhas que não se falam. Segundo Pessoa et al (2013) é possível notar várias empresas sem planejamento, despreparadas para realizar a migração. Isso acarretará gastos desnecessários, como por exemplo o retrabalho. Ao comparar recentes resultados com empresas de grande porte pode-se provar o contrário, como diz Manzella (2010):

> "Não esperamos ter dificuldades, precisamos é entender o IPv6. Queremos nos certificar de que a transição, quando ocorrer, será transparente... Há algumas questões de segurança que precisamos testar... Precisamos tomar as precauções necessárias para garantir que nossa comunidade terá uma experiência segura no site." (Manzella, 2010)

Pessoa et al (2013) demonstraram que as empresas ainda estão em um estágio muito inicial de migração, quase nulo. Os gestores de TI já reconhecem o problema, sabem da necessidade da migração, mas ainda não fizeram nada em relação a esta migração. Algumas empresas de grande porte, com um planejamento estratégico bem executado, já realizaram a migração.

2.3 IPv6

Conforme Martins (2007), o IP versão 6 (IPv6) é a nova versão do *Internet Protocol*, projetado para ser o sucessor do IPv4. Foram considerados os desejos das empresas por redes com arquiteturas mais escaláveis, maior segurança e integridade dos dados, extensões ao QoS, autoconfiguração, maior agregação no nível do*backbone* global e outras necessidades.

De forma intermediária, foi proposto o IPv5, uma pequena modificação experimental no IPv4 para trafegar voz e vídeo sobre *multicast*. Sua especificação pode ser encontrada sob o RFC 1819 – *Internet Streaming ProtocolVersion* 2 (ST2).

Em 1993, o IESG (*Internet EngineeringSteeringGroup*) criou um grupo para desenvolver uma nova versão de IP, o IPNGWG (IP *Next GenerationWorkingGroup*), com base em alguns objetivos que deveriam ser alcançados. O grupo de trabalho, então, selecionou protocolos "candidatos" para a camada de rede da arquitetura TCP/IP.

O SIPP (*Simple Internet Protocol Plus*) foi o IP escolhido ser pouco diferente ao IPv4 e ter um plano de transição melhor. Mas uma combinação de aspectos positivos dos três protocolos candidatos foi feita e com isso gerou-se a recomendação para a versão 6 do IP em novembro de 1994.

Visando solucionar o problema do esgotamento de endereços IPv4 e acrescentar novas funcionalidades ao protocolo, o IETF elaborou a RFC 3513, criada em Abril de 2003, que descreve o protocolo que substituirá a antiga versão e passará a ser a chamar IPv6 ou IPng (IP *New Gereration*). O protocolo IPv6 foi criado para fornecer um número bem maior de endereços IPs (cerca de 3,4x1038 endereços), passando a utilizar 128 bits em seu campo de endereçamento, e adicionar funcionalidades a estrutura a camada de redes.

Segundo o Rist (2008), as principais facilidades da nova versão são:

- Aumento do tamanho do endereço de 32 bits para 128 bits;
- Autoconfiguração com possibilidade de inserir o endereço MAC no cabeçalho;
- Capacidade para Autenticação e privacidade (IPsec);
- Melhora no suporte das extensões de cabeçalhos e outras opções;
- Aumento da unidade máxima de transmissão;
- Simplificação do formato do cabeçalho;
- Capacidade para colocar *labels* nos cabeçalhos;
- Capacidade para múltiplos endereços *unicast* por interface;
- Uso de endereços *Anycast*;
- Capacidade para uso do endereçamento IPv6 para equipamentos móveis.

Dentre as novas funcionalidades do protocolo IPv6, destacam-se o tamanho do campo de endereçamento, capacidade de autenticação e privacidade e segmentação dos pacotes. (RIST, 2008)

Segundo a RFC3513, a identificação de um *host* é representada por um conjunto de números hexadecimais separados pelo símbolo de dois pontos, com 128 bits de combinações possíveis. O tamanho do campo proporciona cerca de 3,4 x 1038 combinações de endereços IPs.

De acordo com Fagundes,

> "A necessidade de ampliar o número de endereços IP é devido ao esgotamento dos atuais 4 x 10^9 endereços IP que utilizam apenas 32 bits. Esse número que parece grande só não se esgotou porque foram criados mecanismos para reutilizar endereços (DHCP, *Dynamic Host ConfigurationProtocol*), adoção de novos critérios de roteamento (CIDR, *Classless Inter Domain Routing*) e uso de endereços privados não válidos na Internet dentro das redes corporativas (NAT, *Network AddressTranslation*). A nova versão será capaz de endereçar um número, praticamente, infinito para o horizonte que hoje conhecemos." (FAGUNDES, 2008)

A capacidade de autenticação e privacidade adiciona segurança ao protocolo, tornando-o mais confiável. As RFCs 3162, 3971, 3972, 4581 e 4864 detalham todos as funcionalidades de segurança implantadas no protocolo IPv6, mas que não serão abordados neste estudo por não fazer parte do enfoque dado na pesquisa.

Segundo Martini e Bogo (2003), a fragmentação dos pacotes IPv6, diferentemente de sua versão anterior IPv4, é realizada somente no roteador de origem, onde será descoberto, previamente, o caminho que será utilizado e definido o melhor tamanho do pacote em todo o trecho, encaminhado sem necessidade de retransmissão por incompatibilidades entre parâmetros de MTU ao longo da rede. A esta fragmentação dá-se o nome de fim a fim.

Segundo Florentino (2011), instrutor dos cursos IPv6 do NIC.br, "Se dividirmos o endereço IP por toda a superfície da terra (incluindo oceanos), em cada metro quadrado teremos 6 vezes mais endereços IP do que estrelas no universo".

É interessante salientar que, segundo pesquisa da ONU (Organização das Nações Unidas) (2013), denominada de "Perspectivas de População Mundial", a população do planeta Terra atingiu 7,2 bilhões de pessoas. E, de acordo com as projeções de crescimento demográfico apresentado pelo órgão, a população mundial deve chegar a 9,6 bilhões em 2050. É fato que não se pode imaginar que toda essa população disponha de aparelhos que se conectem a internet, porém, grande parte dispõe destes meios e ainda utilizam mais de um equipamento para se conectar a rede como *Smartphone, notebooks, desktops*, etc.

Segundo a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) (2013), no Brasil existiam na época, 264 milhões de aparelhos ativos, sendo que em 68,2 milhões utilizam a internet ativamente, que dá uma média de 1,3 aparelhos por habitante.

O IPv6, segundo Kashiwakura e Moreiras (2013), está "pronto" desde 1998, porém, devido as tecnologias já citadas, o esgotamento do IPv4 está acontecendo agora. A transição parece simples, mas, na prática, as coisas não são tão simples. É válido alertar sobre a incompatibilidade entre as duas versões do protocolo IP. Existem técnicas para adaptação, pois para que seja facilitada a migração, o IPv4 deverá coexistir por alguns anos, até que todo o seu conteúdo não seja mais acessado.

COMPARATIVO ENTRE OS PROTOCOLOS IPv4 E IPv6 -COMPATIBILIDADE ENTRE OS PROTOCOLOS

O IPv6 não foi proposto apenas para substituir mas buscará resolver algumas deficiências apresentadas pelo IPv4. Martini e Bogo (2003), mostram uma tabela criada por Brisa (1997)(figura 6) onde é feito um paralelo entre os dois protocolos.

Nota-se como mudanças principais, segundo a RFC3513, a não existência do *checksum* (uso de códigos gerados para verificação, códigos verificadores) para correção de erro do cabeçalho; os cabeçalhos de extensão passam a ser vários e com tamanhos diversos, devido ao fato de implementar maior controle, bem como o roteamento passar a ser feito através de um cabeçalho de extensão, mecanismos de segurança que foram criados no novo protocolo e o protocolo ICMP que passa a ter funções de controles mais apurados.

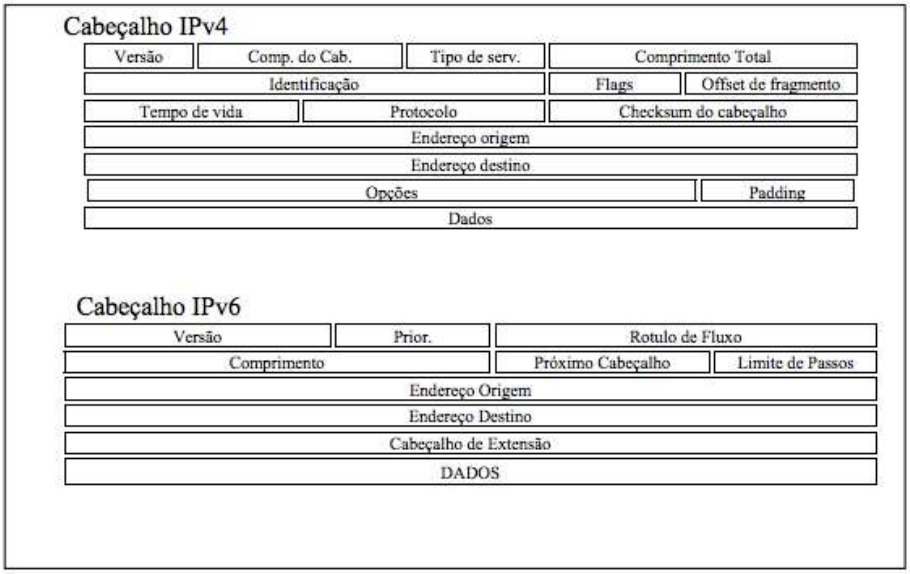
Outra mudança significativa é o formato do datagrama IPv6 que, segundo autores como Comer(1998), Martini e Bogo (2003) e Kurose e Ross (2013), tornou-o mais simples e com cabeçalhos de extensão que dão ao protocolo flexibilidade e adaptação a futuras tecnologias (Figura 7).

Figura 6 – Paralelo entre IPv4 e IPv6

Itens	IPv4	IPv6
Endereços	Endereço IP com tamanho igual a 32 bits.	Endereço IP com tamanho igual a 128 bits.
	Classes de endereços (A, B, C),	Possui três tipos de endereços unicast, anycast e multicast.
Cabeçalho	Existência de *checksum* do cabeçalho.	Inexistência de *checksum* do cabeçalho.
	Possui um campo de opções, limitado em 40 bytes.	Possui vários cabeçalhos de extensão com tamanhos variados.
Fragmentação	Pode realizar a fragmentação em qualquer *gateway* da rede.	Realiza a fragmentação somente na máquina origem.
Roteamento	Suporta aos protocolos básicos de roteamento.	Suporta aos protocolos básicos de roteamento.
	Função de roteamento na fonte exercida por um protocolo de camada superior.	Roteamento é feito através de um cabeçalho de extensão.
Segurança	Não existe mecanismos de segurança.	Suporta mecanismos de segurança, como integridade, autenticação entre outros.
ICMP	Controle de erros.	O protocolo ICMP exerce as funções de controle de membros e controle de erros .

Fonte: Martini e Bogo (2003, pg. 5)

Figura 7: Formatos dos cabeçalhos IPv4 e Ipv6



Fonte: Matini e Bogo (2003, pg. 3)

Das figuras acima se percebe o compromisso das novas implementações do IPv6 ao não simplesmente oferecer mudanças ao protocolo anterior, mas propor inovações que permitam implementar funções de segurança e flexibilidade, já reconhecendo que o ambiente em que o mesmo será efetivamente usado é de crescente complexidade.

TRANSIÇÃO

A grande questão é como será feita a migração (transição) entre os protocolos. A maior preocupação é em relação aos sistemas que utilizam IPv6.Segundo Kurose e Ross (2013), esses sistemas podem ser compatíveis com a versão anterior, ou seja, “podem enviar, rotear e receber datagramas IPv4”, porém a recíproca não é verdadeira. As autorasapontam várias opções para tal, como exemplo, determinar um “dia da conversão”, onde todos os sistemas teriam funcionamento interrompido de maneira programada e far-se-ia a mudança. Esta opção é inviável pelas proporções atingidas pela rede, demonstrando com base teórica as dificuldades práticas de tal conversão. A RFC 4213 descreve duas abordagens citadas pelos autores a saber:

PILHA DUPLA

A utilização de pilha dupla apresentada na RFC4213, segundo Kurose e Ross(2013), consiste em configurar os equipamentos de rede para utilizarem os dois protocolos simultaneamente, ou seja, os equipamentos implementados com IPv6 terão também implementação completa para IPv4. Neste caso, os equipamentos utilizarão o DNS (*Domain Name System*) para descobrir se o outro equipamento, com o qual manterão trocas de pacotes, utiliza protocolo compatível (IPv4 ou IPv6). Ao descobrir, toda comunicação será efetuada através de protocolo necessário.

TÚNEIS VIRTUAIS

Outra alternativa para uma transição, de menor impacto, que também está descrita na RFC4213, é a implementação de túnel virtual. Para entender a técnica Kurose e Ross (2013) dão como exemplo computadores que estejam instalados em redes locais distintas

(matriz e filial por exemplo), e configuradas com o protocolo IPv6. Porém entre estas redes estão instalados roteadores configurados com o protocolo IPv4. Para que os equipamentos nas redes locais se comuniquem utilizando datagramas IPv6 será necessário que se crie um "túnel" IPv6 na rede IPv4.

Com a técnica de tunelamento o equipamento do lado do remetente IPv6, copiará o datagrama IPv6 inteiro e colocará no campo de dados do datagrama IPv4. Este datagrama será transmitido ao longo da rede como qualquer outro do protocolo IPv4, alheios ao fato de no campo de dados estar um datagrama IPv6. O equipamento de destino, no lado do receptor, configurado como IPv6, receberá o datagrama IPv4, determina que no campo de dados existe um datagrama IPv6 e direciona-o como faria com qualquer outro datagrama IPv6. Segundo Martini e Bogo(2003) salientam que é importante que os equipamentos de fronteira, ou seja os que irão montar o túnel, sejam equipamentos de pilha dupla.

NETWORK ADDRESS TRANSLATE (NAT)

Conforme Filippetti (2008), o NAT (*Network AddressTranslate*) foi um artificio criado para prorrogar a vida do protocolo IPv4. Como no IETF existem classes de IPs reservados para utilização em redes locais, esta técnica permite que o equipamento de borda (limite de conexão da rede, geralmente um roteador) "traduza" os endereços públicos em endereços de classes privadas. Isso permite uma rede local utilizar somente um IP público e vários IPs privados, simultaneamente.

É interessante ressaltar que as técnicas de tradução de NAT, também serão largamente utilizadas no protocolo IPv6. Os protocolos IPv4 e IPv6 poderão coexistir por um longo período, sendo assim, para facilitar a interoperabilidade entre os protocolos, foi acrescido uma nova funcionalidade ao NAT, a conversão de endereços IPv4 para IPv6, e vice-versa. Para o funcionamento desta técnica de tradução é necessário auxilio na conversão de endereços IPs em endereços nominais, essa funcionalidade de auxilio é denominada DNS64, descrita pela RFC6147, divulgada pelo IETF (2012).

GESTÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Atualmente muito se debatem os problemas ligados à moderna gestão de recursos tecnológicos de comunicação e de informação disponibilizados por empresas. Jamil e Pessoa (2010) discutiram alguns destes problemas, focando o alinhamento estratégico desejável entre a implantação de recursos tecnológicos e a gestão estratégica empresarial. Naquele estudo, fica patente que a adoção de procedimentos de reação intempestiva por parte dos gestores e profissionais em postos técnicos de tecnologia da informação corporativa podem levar à implantação de recursos de ordem precária ede resultados de curto prazo, que podem não ser adequados a uma planificação de negócios mais robusta.

Autores como (Lucas Jr, 2005), (Turban, Rainer, e Potter, 2007) e (Turban*et al*, 2010) atestam para os riscos deste desalinhamento de planos, argumentando para a adoção de soluções que não condizem às expectativas dos usuários finais, não atendem de forma plena às demandas estratégicas das empresas econduzem a sistemas e propostas gerais de tecnologia da informação.Isso tudo pode trazer problemas de confiabilidade e terminam por sacrificar as condições gerais de planejamento, dificultando mesmo a correção de rumos em novas gestões do parque tecnológico. Deve ser ressaltado que as proposições dos modelos ITIL (ITIL, 2013) e Cobit (COBIT, 2013) confirmam tais riscos e desconfianças, ao enunciar, em várias de suas estruturações, medidas, procedimentos e ações que se

destinam justamente a alinhar as medidas de planejamento e execução dos planos associados.

A migração de protocolos que é abordada no presente estudo é uma demanda de ordem tecnológica considerada inexorável e inadiável por empresas, portanto é aspecto fundamental de novos projetos tecnológicos corporativos, demandando especial atenção para as questões de sua gestão, uma vez que toda a infraestrutura e operação de TI utilizará tais recursos para o provimento de soluções ao parque empresarial.

PLANEJAMENTO

Segundo Martini e Bogo(2003) a internet é composta de um misto de "diversas estruturas de redes administradas de forma descentralizada" o que dificulta a migração. Sendo assim esta migração demandará tempo e planejamento.

De acordo com Fagundes (2008), o processo de migração dos protocolos IPv4 para IPv6, deve ser realizado de forma gradual, seguindo um planejamento cuidadoso para não existir riscos de paralisação em sistemas críticos. Segundo o autor o processo de migração será mais suave e harmonioso com a especialização de técnicos, metodologia de implantação, substituição e atualização de software e equipamentos, dentre outros.

Ciente que esta migração é inevitável, esta pesquisa tem como objetivo avaliar impacto desta migração – através do referencial já discutido – quanto no aspecto prático, para que especialistas encontrem no escopo deste trabalho e nos que o sucedem considerando toda a pesquisa (trabalhos futuros), um roteiro amparado em metodologia científica que os auxiliem na análise dos vários aspectos de impactos no caminho do IPv4 para o IPv6. Será elaborado um paralelo entre o que apontou a pesquisa apresentada por Pessoa *et al*. (2013), onde mostra a falta de planejamento de empresas para migração e empresas que já realizaram a mesma.

3. METODOLOGIA

Para se chegar ao objetivo da pesquisa é importante escolher uma metodologia que melhor direcione neste sentido. Nesta pesquisa utilizou-se de um estudo exploratório que de acordo com Hart(1998), como tal tem o objetivo de fornecer uma melhor compreensão do tema e do contexto, examinar a viabilidade do estudo e identificar sua relevância .

Para se analisar o impacto da implementação do protocolo ipv6 nas empresas, este trabalho dividiu-se em dois momentos de estudo, sendo:

- Primeiro momento: Após definição do problema a ser estudado, foi realizada uma análise bibliográfica visando dar embasamento teórico aos temas pesquisados. A análise bibliográfica foi feita através de levantamento de documentos como, artigos acadêmicos, livros, sítios de Internet especializados, publicações técnicas , dentreoutros já publicados na área de forma complementar, e não visa transcrição de dados, mas fornecer uma base teórica para o desenvolvimento do tema proposto.

- No segundo momento realizou-se uma analise de discurso. Para Orlandi (1999) o objeto da análise de discurso é o discurso, ela se interessa por estudar a língua funcionando para a produção de sentidos. Isto permite analisar unidades além da frase, ou seja, o texto.

> “A análise de discurso considera que a linguagem não é clara e busca detectar, em um texto seu real sentido . Com o estudo do discurso, pretende-se apreender a prática real da linguagem, ou seja, o homem falando, além de procurar compreender a língua enquanto trabalho simbólico que faz e dá sentido, constitui o homem e sua história.” (MARI, 2000)

Ao analisar um discurso, pôe-se frente a questão de como ele se relaciona com a situação que o criou. Segundo Fiorin (1990),o discurso deve ser visto como objeto linguístico e histórico.

> O processo de construção de conhecimento dá-se a partir da interação entre pesquisadores de determinada área e as diversas críticas e questionamentos acadêmicos são importantes para assim confirmarem a validação da informação. Toda pesquisa visa captar as ações e reações dos indivíduos em dada situação. (FIORIN1990, p. 177)

Do ponto de vistado pesquisador, a análise de discurso possui um grande papel para qualidade e validação de sua tese; ele se baseia em situações reais e o conhecimento obtido produz uma informação neutra que busca atingir verdades universais. Em Nogueira (2001):

> “A pesquisa do discurso oferece rotas para o estudo dos significados, uma forma de investigar o que está implícito e explícito nos diálogos”(NOGUEIRA, 2001, p. 22)

Mari (2000) sintetiza a análise de discurso e demonstra o quão árduo é sua modelagem:

> “Fazer análise de discurso não é algo simples. Não é supor, por exemplo, no plano teórico de sua formulação, um afrouxamento do rigor, das exigências técnicas que aprendemos a cumprir, em se tratando de análise linguística. O exercício dessa prática requer de nós instrumentos ainda mais afiados e capazes de propiciar a reconstrução de uma ordem de sentidos, onde a primeira vista, só enxergamos caos.” (MARI, 2000, p.12)

Os discursos aqui apresentados e posteriormente analisados compõem o real objetivo da pesquisa, o impacto. Quais desafios estão por vircom o novo protocolo? A análise de discurso permite uma série de abordagens aos dados e, mais importante, um conjunto de teorizações a esses mesmos dados.

> “Toda vez que extrapolamos o texto e atingimos o contexto, temos condições de pensarmos como se configuram as relações em determinado local ou situação”.(SILVA, 2005)

É evidente a dependência da Internet nas empresas e seu acesso à rede, a tecnologia está se tornando cabeça e coração em qualquer ambiente; Ao falar-se em mudança de protocolo IP não fala-se apenas em mudançado endereçamento, trata-se de uma mudança de cenário que ainda não tem sido sintetizado para os usuários final.

Mediante a isto, a análise de discurso foi definida na pesquisa afim de levantar a realidade de empresas no que se refere a configuração do protocolo Ipv6, verificar se as melhores praticas das equipes de TI e domínio sobre o novo protocolo. Após a análise dos casos de forma separada, serão cruzados os dados analisando assim um possível padrão existente nas empresas pesquisadas.

4. ANÁLISE

Nesta parte do trabalho, será detalhada a forma pela qual foi conduzida a pesquisa para o levantamento dos dados e sua análise. A pesquisa realizada é de natureza exploratória, com conotação qualitativa, cujo método foi analise de discurso.

Foram entrevistados 4 analistas que pertencem ao grupo de discursão do comitê gestor da internet no Brasil e cujas redes das quais são gestores já fizeram, ou planejaram,a migração para IPv6. Pediu-se para que descrevessem, de forma livre sobre o protocolo IPv6 e como realizarama migração em suas organizações. O Objetivo inicial é identificar as melhores práticas, planejamentos executados, mapeamento de riscos, dificuldades e benefícios .

Todos demonstram grande interesse em contribuir para disseminação do conhecimento nesta área através de suas experiências pessoais, identificado através do embasamento teórico que no Brasil ainda é prematuro e cresce lentamente, em relação ao tempo que o novo protocolo já esta disponível para o mercado.

Seguem abaixo os relatos recebidos:

Analista 1 “Ainda não temos nenhuma previsão de implantar o IPV6 em nossa empresa. O primeiro projeto do programa é o Inventário de Ativos, pois através deles faremos uma análise de tudo que é necessário para garantir a continuidade do negócio, inclusive no caso de uma implantação do IPV6 temos que avaliar todos os equipamentos compatíveis ou não com o novo protocolo e, caso não seja, temos que prever quando poderemos realizar a troca do mesmo”.
Analista 2 “Aqui tivemos uma preocupação inicial da segmentação dos prefixos para uso nos mais variados segmentos de rede que usamos, aproveitando todos os recursos oferecidos pelo protocolo IPV6. Tivemos algumas dificuldades inicialmente, pois nem todos nossos equipamentos tinham suporte ao protocolo e o uso de tuneis para operação era imprescindível. Tivemos algumas melhorias em termos de segurança, como somos provedor de acesso das universidades federais, somos mais visados a ataques virtuais de acesso força bruta, DNS *Poison*, *Routingtype header* 0, tudo que era imundice chegava da internet em nossos ativos. Com o protocolo IPV6 ativado percebemos que reduzimos praticamente a zero as tentativas de acesso, usamos sim IPV4 em *dual-stack*com o IPV6. Estamos promovendo uma politica para que nossos clientes também utilizem o novo protocolo assim apoiando o crescimento da rede mundial”.
Analista 3

“O projeto de implementar IPv6 em nossa rede teve início em 2009, quando escolhi fazer do meu TCC o estudo inicial do protocolo para uma futura implementação. Em 2009 nosso primeiro teste foi realizado utilizando um *TunnelBroker* fornecido pela SixxS.NET na rede local apenas. Desde o começo sempre fomos clientes da Algar, e em meados de 2010 tive a oportunidade de realizar o curso básico de IPv6 oferecido pelo Registro.br, e ativamos nossa primeira sessão BGP via IPv6 nativo com a Algar. Nossa grande dificuldade começou em 2011, onde iniciou nosso trabalho de contratar uma segunda operadora, neste caso até hoje estamos esperando a prometida sessão BGP via IPv6. Desde 2011 nossos clientes já tinham a opção de solicitar acesso IPv6 nativo via *Dual-stack*. Como nossa estrutura sempre foi para atender link dedicado para empresas, nossos Roteadores Cisco e Juniper, Switches Cisco e Servidores Linux já suportavam o protocolo IPv6 nativamente. E por isso posso dizer que nossa rede praticamente nasceu com o IPv6 implantado.

Além do acesso corporativo, que é um cenário mais fácil de se implantar o IPv6, nossos clientes residenciais ainda não tem disponível o acesso via IPv6, sendo que atualmente o serviço é entregue via PPPoE em redes ADSL. Para este cenário é que estão as maiores dificuldades. Este ano criamos um plano para implantação do protocolo IPv6 nos clientes residenciais. Nosso planejamento é concluir um projeto piloto até julho deste ano. E replicar este mesmo projeto para os outros 20 condomínios que atendemos até o final de 2015 (aproximadamente 1,5 anos).
Alguns fatores que estamos enfrentando:
- Falta de profissional qualificado; o mercado ainda está "dormindo" quando se fala de IPv6, logo a procura por conhecimento no IPv6 é muito pequena.
- Falta de Roteadores de baixo custo para instalar nos clientes como CPE. Atualmente estamos realizando testes com os seguintes equipamentos: Linksys E900, D-link DIR-610 e Routerboard RB750GL.
- Carência de sistemas de gerenciamento para provedores que possui o protocolo IPv6 integrado como existe com o IPv4. Até hoje não temos nenhum software que conseguimos ter o mínimo de compatibilidade.
- Interrogações sobre os possíveis problemas de segurança. Nenhum dos roteadores testados como CPE utilizam um "*statefull*" firewall nativo e todos os dispositivos ficam expostos na internet e as suítes de segurança (firewall + anti-virus) também não possuem suporte nativo.

Fora todas as reclamações, tivemos algumas experiências legais:
- A utilização do IPv6 *PrefixDelegation* agregado com a auto-configuração*Stateless* é sensacional. O protocolo é muito dinâmico e prático.
- O conteúdo disponível em IPv6 é cada dia maior. Os grandes portais de notícias, pesquisa, redes sociais e blogs já estão acessíveis via IPv6.

Nos próximos dias, vou terminar o laboratório de implantação de um provedor imaginável que entregue acesso PPPoE para os clientes utilizando o IPv6 *PrefixDelegation* sobre o PPPoE, integrado com os recursos do Radius, desta forma eu consigo atender a grande maioria dos provedores de pequeno e médio porte em determinada região”.

Analista 4

“ Durante alguns anos se falou em IPv6 e sobre o esgotamento do IPv4 mas no meu entendimento, para que o IPv6 alavancasse seria necessário que os grandes Provedores de Conteúdo, de Acesso e Operadoras de Trânsito dessem seus primeiros passos. Isso demorou à acontecer talvez porque não acreditavam que o IPv4 realmente teria seus dias contados tão rapidamente. Esse cenário mudou bastante e hoje já temos os grandes Provedores de Conteúdo preparados para o IPv6. Eu vejo que quanto maior é a empresa, mais complexa é a mudança e consequentemente maior é o tempo necessário para se adequarem. A mudança envolve: hardware, software e pessoas. E os grandes Provedores de Acesso? E as Operadoras de Trânsito? Muitos deles ainda não estão prontos porque a mudança neles é muito maior que nos Provedores de Conteúdo. Eu, como Provedor de Acesso, posso colocar como foi meu processo para ter IPv6 disponível em minha rede de assinantes. Vejam, eu disponibilizei o IPv6 mas 99% dos meus assinantes ainda não usam.

Opnião pessoal: empresas clientes de ISPs e que só buscam o acesso à Internet, não terão interesse real em IPv6 porque para eles não importará a forma como a Internet será acessada porque eles só precisam acessar. A Internet para essas empresas é apenas uma das ferramentas para que seus negócios continuem funcionando. O mesmo se dará para o usuário doméstico. Quem terá o peso nas costas para continuar fornecendo a Internet de forma transparente para o assinante seja ele Pessoa Jurídica ou Física, é o ISP.

Como disse anteriormente: quanto maior a empresa, mais complexa é a mudança. Para a nossa sorte não somos grandes as principais operadoras do país, e em muitos casos o legado é um grande empecilho para as mudanças. Atualmente temos +20.000 assinantes distribuídos nas 4 cidades que atendemos. Para começar o trabalho tive que fazer o seguinte:

1º Fazer um levantamento de todos os equipamentos e softwares que utilizamos e checar se todos teriam suporte à IPv6.

Nesse quesito fomos muito bem pois já utilizávamos Hardwares como: Switches Dell PowerConnect, Cisco Catalyst, OLTs GEPON/GPON, Routerboards da Mikrotik, etc. Todos já com suporte à IPv6. Quanto aos Sistemas utilizamos FreeBSD que foi onde justamente nasceu o IPv6 através do desenvolvedor JunIchiroItojun desde a versão 3 do FreeBSD. Quanto ao Sistema não tive dúvidas que funcionaria perfeitamente.

2º Fazer a solicitação do bloco IPv6 /32 ao RegistroBR.

Como nós já somos um AS e possuímos 4 blocos /20, o bloco IPv6 saiu rapidamente pois é de interesse do RegistroBR que usemos o IPv6.

3º Fazer um contato com a Operadora de Trânsito e checar se já existia trânsito IPv6 disponível.

A Level3 levou mais de 4 meses para nos fornecer o trânsito IPv6 em Dual Stack que eu precisava para iniciar os testes.

4º Definir os blocos IPv6 que usaríamos em nossas redes internas, servidores, equipamentos e redes de assinantes. É necessário fazer um controle sobre isso. Inicialmente definimos um /48 para cada cidade. Desses /48 definimos um /52 para cada concentrador PPPoE onde é passado um /64 para a conexão remota entre o assinante e o concentrador e um /64 para ser dado para a rede do assinante.

5º Uma vez fechado o BGP em IPv4 e IPv6 com a Operadora partimos para a configuração do core do ISP.

A configuração envolveu colocar IPv6 em *Dual-Stack* em todos os equipamentos que faziam roteamento como: *Firewalls, Routers, Switches* e Concentradores PPPoE. Nesse momento eu conseguia por exemplo: acessar meus routers e firewalls tanto por IPv6 quanto por IPv4. Deles também conseguia acessar outros equipamentos com IPv6 na Internet.
Outro fator importante para que isso funcionasse foram as regras de firewall pois diferentemente do que acontece com o ICMP no IPv4, o ICMPv6 é extremamente importante para o funcionamento do IPv6.

6º Configuração dos Servidores para *Dual-Stack*.

Isso envolveu a configuração dos servidores e seus serviços para trabalharem em Dual Stack como: DNS, SMTP, POP3, IMAP, FTP, HTTP e qualquer outro serviço rodando, para que eles pudessem ser Acessos também através do IPv6. O DNS é um dos serviços mais importantes e o primeiro à ser configurado com IPv6, pois os demais necessitam dele. Um fato interessante, por exemplo, é com o MTA Postfix que por default tenta primeiramente se comunicar com outro MTA usando IPv6 e se o mesmo não suportar, ele alterna para IPv4. Esse deveria ser o comportamento padrão para todos os serviços mas isso não é a realidade.

7º Configuração dos Concentradores PPPoE.

Nesse ponto configuramos todos os concentradores para trabalhar em Dual-Stack fornecendo endereços IPv4 e IPv6 para os assinantes. Para o assinante é bem transparente se ele tiver uma CPE que suporte os 2 protocolos. Aqui testamos CPEsRouterBoard da Mikrotik e D-Link DIR-610. Ambos funcionaram tranquilamente.

Tudo indica que a grande maioria dos nossos assinantes possuem CPEs não compatíveis com IPv6 e como fazer o cliente trocar algo que para ele está funcionando?
Esse, ao meu ver, será o grande desafio porque imagine uma troca em +/- 20.000 assinantes! Quando nosso IPv4 acabar e não conseguirmos mais novos blocos seremos obrigados à partir para NAT ou iniciar a troca das CPEs. Mas aí vem uma nova pergunta: como estarão os milhares de sites na Internet em relação ao IPv6? Todos os Provedores de Conteúdo já estarão em atividade com IPv6? Temos que acreditar que sim porque estando ou não prontos, nós os Provedores de Acesso teremos que já estar oferendo IPv6 aos nossos assinantes.

Eu acredito que quem sofrerá mais com tudo isso serão as Operadoras de Telefonia

com seus milhares de clientes e seus celulares/smartphones com conectividade à Internet. IPv6 tem um dos objetivos de atender a enorme demanda de endereçamento do crescente mercado dos dispositivos móveis e isso não será mais viável com IPv4.

Outra coisa que crescerá com o aumento do uso do IPv6 serão os incidentes de segurança porque na teoria, a Internet das Coisas vingará e tudo será acessível graças ao IPv6. Geladeiras, TVs e afins que usarem esse tipo de tecnologia. Já tivemos recentemente relatos de ataques de Botnets usando eletrodomésticos invadidos para enviarem spam.
Isso é pouco, eu acredito que até a nossa privacidade estará em risco e caberá à nós mudarmos nossa cultura e postura em relação à nova Internet.

Percebeu-se, nas entrevistas, que o novo protocolo não é utilizado de forma nativa em nenhum dos entrevistados, sua implantação se da através de *Dual-Stack*(Pilha dupla)onde, conforme já explicado anteriormente neste trabalho, os dois protocolos (IPv4 e IPV6) trabalham lado a lado. Isso demonstra, por parte dos gestores de TI, uma certa cautela na adoção em definitivo do novo protocolo a fim de evitar possíveis problemas com a sua migração em definitivo. É interessante salientar, como visto na fala do analista 4 que está com os blocos de IPv4 no fim e precisará com urgência migrar tecnicamente a forma como entregará os ips para seus clientes, que o fim do IPv4 foi mais rápido que todos esperavam. Apesar de ter sido avisado ha mais tempo, só agora as empresas (provedores e as que prestam serviço de transito) resolveram realmente investir na migração. Porém, pode-se notar nos discursos que isso ainda não é uma realidade nos clientes corporativos e residenciais.

Outro ponto evidente em todos os casos, e nos casos 3 e 4 com experiências já de campo, é a preocupação com os hardwares e softwares existentes. Pode-se perceber que, principalmente devido as novas aplicações e consequências da adoção do novo protocolo, não existem ainda softwares que auxiliarão na gestão das redes migradas bem como hardwares com os recursos necessários para trabalharem na nova realidade. Nos casos citados e já migrados, notou-se que os hardwares, que já estão prontos, são de fabricantes renomados como Cisco e Juniper mas que, com isso, tem um valor de aquisição um pouco mais elevado. Isso obriga empresas, que ainda não possuam hardwares e softwares como estes, a se planejarem financeiramente, pois este impacto poderá ser inviável para investimentos de curto prazo. Isso faria com que estas empresas, fatalmente, não possammigrar rapidamente. Além dos dispositivos que compõem a rede, deve-se observar as aplicações que esta rede suporta, que poderão propagar uma vulnerabilidade e serem fatores de insucesso da adoção do novo protocolo.

Estar preparado as novas mudanças de mercado significa trabalhar também com segurança de informações.Já em meados ao fim do antigo protocolo objetiva-se alertar os profissionais quanto as suas decisões para total funcionamento de sua empresa. Desta forma, destaca-se nas falas dos entrevistados, a necessidade de “planejamento” e preparação para tal. Um fator relevante implícito em meio aos discursos é o fator financeiro, apesar de não expor uma estimativa de custo,fica evidente que este pilar pode ser um voto decisivo para adoção do protocolo. Em se tratando de segurança, observou-se um ponto de extrema importância na adoção do IPv6. Por sua característica todas as máquinas que utilizarem este novo protocolo não farão mais uso do NAT, que no caso do

IPv6 demandaria um processamento muito maior nos equipamento que o suportassem. Assim sendo, todos os equipamentos que utilizarem o protocolo IPv6 estarão utilizando IPspúblicos, o que gera uma preocupação maior na configuração de ferramentas como Firewalls e servidores. Pôde-se notar uma preocupação também quanto ao usuário final. Pois esta característica fará com que eles devam ter uma preocupação de mudança cultural para utilizarem a internet, uma vez que estarão expostos na mesma. Como visto nas entrevista, em mais detalhes na 3 e 4, as empresas com maior numero de usuários, como operadoras, provedores, deverão alertar aos usuários deste problema. E estes, por consequência, deverão investir em ferramentas que tragam esta segurança esperada.

Foi possível notar também que a adoção não dependerá somente de uma empresa pesquisada. Para que os clientes possam receber endereços em IPV6,primeiramente o protocolo deve estar em parcial ou pleno funcionamento em sua rede interna, e então em um segundo momento possa ser compartilhado externamente. Mas para isso as empresas de *backbone* (provedores, etc) também precisarão estar prontas para trafegar o novo protocolo. O analista 2 demostrou em sua fala que a fase inicial de seu projeto se desenvolveu com falhas devido a incompatibilidade de equipamentos, o que já se esperava. Mas com alguns ajustes foi possível colocar a rede em pleno funcionamento. Assim como o analista 2 o terceiro também cita a compatibilidade como fator primordial.Devido ao fato da rede que ele gerencia ser nova e, praticamente todos os equipamentos de rede terem sidos comprados recentemente, já saíram de fabrica suportando o protocolo IPv6.

Para os provedores de internet é notório o quãocritico é a adoção deste protocolo. O custo efetivo agrega diversos fatores, onde os equipamentos incompatíveis em sua rede local devem ser substituídos , aplicações de controle e gerencia adaptadosao protocolo e a troca dos equipamentos em seus clientes .

Em uma escala de proporcionalidade, evidencia-se o grau de complexidade de acordo com onumero de ativos em sua rede, um desafio aos provedores de acesso. Contudo, independente do porte de cada empresa faz-se necessário um projeto piloto com suas devidas fases.

Em busca de um padrão de migração,através dos relatos apresentados, o primeiro passo para o sucesso da migração deste novo protocolo é um levantamento de dispositivos a procura daqueles que suportarão a migração e dos que não suportarão, por algum motivo. Esta já seria uma prática para se criar uma cultura de gestão dos ativos de rede, afim tornar o gestor pleno conhecedor da rede a qual gerencia, propiciando uma maior qualidade nas soluções adotadas daí em diante.

Além da preparação de dispositivos de rede, é evidente a necessidade de profissionais capacitados que conheçam a fundo tal protocolo, não sendo a realidade dos entrevistados. Além disso, alguns dos entrevistados relataram sobre a dificuldade em encontrar profissionais capacitados no mercado, demonstrando que é de extrema necessidade mão de obra qualificada e o quãovalorizado será este profissional para os próximos anos.

Todas as fases relatadas e processos realizados requerem uma preparação e disposição financeira das empresas, este é um ponto a ser julgado como crucial para todas as fases de projeto.

Empresas que trabalham com aplicações em tempo real sofrerão um maior impacto por não poder mais “retardar” a escassez do novo protocolo, mesmo com o incentivo do NIC.BR a

utilização do protocolo,sua migração tem sido lenta e a porcentagem de usuários atual é baixíssima.

5. CONCLUSÃO

A demanda pelo crescimento de serviços em rede é, atualmente, caótica em termos de seu crescimento. Dentre os recursos básicos que enfrentarão situação crítica em função desta alta requisição, encontra-se o padrão de endereçamento IP, classicamente definido pelos padrões IPv4, que por tantos anos atenderam à indústria e usuários finais. Com o intuito de preservar as bases de construção da infraestrutura de rede ainda fundamentadas no protocolo IP, foi proposto o protocolo IPv6, que além de expandir a capacidade de endereçamento, oferece novos serviços, em áreas relevantes como o de segurança digital, entre outras.

Neste contexto, as organizações devem se posicionar, planejando a migração entre IPv4 e IPv6, que não é processo trivial de reimplantação de características ou mera adequação de softwares, mas de ajustes significativos da base conceitual e prática de infraestrutura de computação do ambiente, levando às reais perspectivas de sua adoção com a oferta dos recursos almejados.

Neste tocante, o presente artigo expõe a opinião de vários casos empresariais, estudando-os com base no método de abordagem de múltiplos casos e analisando suas respostas através de análise de discurso. Esta metodologia é um dos resultados práticos do presente trabalho de pesquisa, permitindo que praticantes e acadêmicos possam aplica-lo em outras análises tanto desta mesma implementação em outros casos empresariais quanto em novos cenários de pesquisa de tecnologia da informação.

Ao final do presente estudo, obteve-se uma situação preocupante, mas esperada, de preparo ainda precário para a desejada e obrigatória mudança, pois há consciência geral que se trata de “mero procedimento tecnológico”, havendo ainda carências de ajustes, dimensionamentos de infraestrutura, treinamentos, notificações e comunicações sistêmicas com usuários finais e de gestão de risco associada, com a constatação que houve pensamento apenas fragmentado para estas situações. O presente artigo contribui com este esforço ao permitir a gestores e pesquisadores perceberem as necessidades de negócio envolvidas na migração.

Como trabalhos posteriores sugere-se a realização de novas pesquisas em áreas e empresas que enfrentarão, em breve, este esgarçamento e, adicionalmente, sejam desenvolvidos termos de planos, projetos e políticas para a migração, que integrem aos planos de inserção e desenvolvimento de TI em empresas.

6. REFERÊNCIAS

ACM SIGCOMM – Association for Computing Machinery – Symposium on General Communications – Computer communication review – V. 35, n.2, p.71-82, Abril de 2005. (republicação do original de 1974).

ANATEL. Brasil tem 1,3 aparelho celular ativo por cada habitante. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/04/1263591-brasil-tem-13-aparelho-celular-ativo-para-cada-habitante.shtmlAcesso em 15 Dez. 2014

Aguiari. V. Protocolo IPv4 atinge seu limite – 17 de Setembro de 2012. Disponível em: http://info.abril.com.br/noticias/internet/protocolo-ipv4-atinge-seu-limite-17092012-2.shl Acesso em 22 de Julho de 2014

ALVES-MAZZOTTI, A.J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2004.

BAO, C, Huitma, C., Bagnulo, M., Boucadair, M. & Li. X. v6 Addressingof IPv4/IPv6 Translators outubro 2010. Disponível em: http://www.hjp.at/doc/rfc/rfc6052.html Acesso em 07 de outubro de 2012

Barros, T. Internet completa 44 anos; relembre a história da web. Disponível em : http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/04/internet-completa-44-anos-relembre-historia-da-web.html Acesso em 01 de Julho de 2014

Bouras, Ch, Gkamas, A., Primpas, D. &Stamos, K. Performance Evaluation of the Impact of QoS Mechanisms in an IPv6 Network for IPv6-Capable Real-Time Applications, dezembro 2004. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.80.1895 Acesso em 01 de outubro de 2012

Cannon, R. Potential Impacts on Communications from IPv4 Exhaustion & IPv6 Transition dezembro 2010. Disponível em: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1735456. Acesso em 08 de outubro de 2012;

Campomar, M. C. Pesquisa de marketing: um auxílio à decisão. São Paulo: Briefing, v.4, n.43, p.20-22, abr . 1982

CGI. Comitê Gestor da Internet – Brasil. Disponível em www.cgi.br. Acesso em 10 de Junho de 2014.

Cooter, M. IP Version 6 migration, fevereiro 2010. Disponível em:http://eandt.theiet.org/magazine/2010/03/ip-version-6.cfm. Acesso em 06 de Outubro de 2012;

Computerworld. Endereços IPv4 próximos do fim na Europa. Disponível em: http://www.computerworld.com.pt/2012/07/27/enderecos-ipv4-proximos-do-fim-na-europa/. Acesso em 26 Fev. 2014.

Deering, S. E. Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, dezembro 1998.Disponível em: <http://tools.ietf.org/html/rfc2460>, Acesso em 01 de Outubro de 2012

Donisete, F. Técnica de Transição Entre Redes IPV4/IPV6. Disponível em http://www.alessandrobianchini.com.br/artigos/ipv6.pdf Acesso em 16 de outubro de 2013

Dumas,V. A origem da Internet. Disponível em: http://www2.uol.com.br/historiaviva/reportagens/o_nascimento_da_internet.html. Acesso em 01 de Julho de 2014

Echeberría, R. Não há mais endereços IPv4 na América Latina e o Caribe. Disponível em: http://www.lacnic.net/pt/web/anuncios/2014-no-hay-mas-direcciones-ipv4-en-lac. Acesso em 19 de Julho de 2014

Fagundes, E. M. O IPv6 está chegando. Disponível em: http://www.efagundes.com/artigos/O_IPv6_esta_chegando.htm Acesso em 04 de Outubro de 2012

Filippetti, M. A. CCNA 4.1 – Guia Completo de Estudo. Visual Books, 2008

Fiorin, J. L. Tendências da análise do discurso. Estudos Lingüísticos, v.19, p.173-9,1990

Florentino, Augusto. Endereçamento IPv6. Disponível em: http://ipv6.br/enderecamento-ipv6/Acesso em 12 Dez. 2014

Globo O. Endereços de IPv4 chegam ao fim. Disponível em: http://oglobo.globo.com/tecnologia/enderecos-de-ipv4-chegam-ao-fim-2828621 Acesso em 26 Fev. 2014.

Globo, O. VintCerf se culpa pela exaustão de endereços para sites na internet. Disponível em: http://oglobo.globo.com/tecnologia/vint-cerf-se-culpa-pela-exaustao-de-enderecos-para-sites-na-internet-2833213 Acesso em 26 Fev. 2014.

Guia do endereçamento IPv4 e IPv6. Disponível em: http://www.mcsesolution.com/Windows-Networking/ipv4.html. Acessoem 19 de Julho de 2014

Hart, C. Doing a Literature Review: Releasing the Social Science Research Imagination. London: SAGE Publications, 1998.

Hovav, A. GLOBAL DIFFUSION OF THE INTERNET V -THE CHANGING DYNAMIC OF THE INTERNET: EARLY AND LATE ADOPTERS OF THE IPv6 STANDARD volume 15 2005. Disponível em: http://biz.korea.ac.kr/~anat/CAISIP.pdf Acesso em 08 de Outubro de 2012.

Huston, G. Portal Portaroo – disponível em http://www.potaroo.net/ - Acesso em 03 Dez. 2013

IPv6 do Brasil – Publicação. Onde ocorrerão mudanças com o IPv6? Dsiponível em: http://www.ipv6dobrasil.com/index.php?option=com_content&view=article&id=68:onde-

ocorrera-a-migracao-para-o-ipv6&catid=75:onde&Itemid=143&lang=pt Acesso em: 06 Mar. 2014

IPv6.br – Introdução. Disponível em: http://ipv6.br/entenda/introducao/ Acesso em 08 Mar. 2014

Jamil, G. L& Pessoa, C. R. M. ALINHAMENTO ESTRATÉGICO ENTRE A GESTÃO EMPRESARIAL E O SETOR DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI): SUA OBSERVAÇÃO NO MOMENTO DA AQUISIÇÃO DE SOLUÇÕES DE TECNOLOGIA – Artigo apresentado no 7º Congresso Internacional de Gestão de Tecnologia e Sistemas de Informação. May 19-21, 2010 / 19 a 21 de Maio 2010 USP/São Paulo/SP

Miranda Junior, W. IPv6: A nova geração da comunicação. Disponível em: http://www.pop-ba.rnp.br/IPv6/FundamentosIPv61 Acesso em 08 Mar. 2014

Kioskea. História da internet. Disponível em: http://pt.kioskea.net/contents/231-historia-da-internet Acesso em 16 Dez. 2014

Koodli, R. FastHandovers for Mobile IPv6, julho 2005. Disponível em: http://tools.ietf.org/html/rfc4068, Acesso em 01 de Outubro de 2012

Kurose, J. F.& Ross, K. Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top down – Tradução Daniel Vieira. 6 ed. São Paulo. Pearson Education do Brasil, 2013

KYETOY. Introdução ao Protocolo Internet IP. Disponível em http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Introducao-ao-Protocolo-Internet-IP?pagina=8, Acesso em 07 de Outubro de 2013

LI, Q., Et. Al. Mobile IPV6. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=naIbBXc2XUQC&oi=fnd&pg=PP2&dq=implementation+ipv6&ots=8NEVodwQ9Q&sig=n6tTdlhWBML6toVAPNd_wP9BOPA, acesso em 07 de Outubro de 2012;

Lucas, H. C. Jr. Information technology: strategic decision making form,anagers. Hoboken: John Wileyand Sons, 2005.

Manzella, P. O que 7 gigantes da web estão fazendo para adotar o IPv6. Disponível em: http://sisnema.com.br/Materias/IdM020544.htmAcesso em 10 de Out. 2014

Mari, H. Análise do discurso e ensino: A importância de se repensar o trabalho com a língua, 2001.

Martini, F. Z. &Bogo, M. Análise e Proposta de Implantação de um Ambiente de Rede utilizando o Protocolo IPv6. Centro Universitário Luterano de Palmas – Anais do V Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins. Pg.381-390 - Palmas, 2003 – disponível em http://arquivo.ulbra-to.br/ensino/43020/artigos/anais2003/anais/ipv6-encoinfo2003.pdf , Acesso em 03 Dez. 2013

Martins, E. E. Estudo e avaliação do protocolo de rede IPv6. http://www.inf.furb.br/~pericas/orientacoes/EstudoIPv62006.pdf Acesso em 19 de Julho de 2014

Mayring, P. Qualitative Sozialforschung.Weinheim: Beltz, 2002

MCSE Solution. Classes de endereçamento IP. Disponível em http://www.mcsesolution.com/Windows-Networking/ipv4.html, com acesso em 10 de Junho de 2014.

Moreiras, A. A importância do IPv6 para a internet e as implicações no setor público. Disponível em: http://www.ceptro.br/pub/CEPTRO/PalestrasPublicacoes/IPv6-consegi.pdf Acesso em 06 Mar. 2014

Narten, T. Nordmark, E., Simpson, W.A.&Soliman, H. Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6), setembro 2007. Disponível em: http://tools.ietf.org/html/rfc4861, Acesso em 01 de Outubro de 2012

Ned, F. A Nova Geração de Protocolos IP. Disponível em http://www.rnp.br/newsgen/9811/intr-ipv6.html. Acesso em 20 de Setembro de 2013

Nogueira, C.Métodos e técnicas de avaliação: novos contributos para a prática einvestigação. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4355/1/Capitulo_analise%20do%20discurso_final1.pdf, acesso em 06 Dez. 2014

NIC.br anuncia que o esgotamento de endereços IPv4 acontecerá nos próximos meses. Disponível em: http://www.nic.br/imprensa/releases/2014/rl-2014-07.htmAcesso em 19 de Julho de 2014

NIC.br. Termina o estoque de endereços IPv4 na Améria Latina. http://www.nic.br/imprensa/releases/2014/rl-2014-19.htmAcesso em 19 de Julho de 2014

Nic.br - Clipping. Endereços de IPv4 chegam ao fim. Disponível em: http://www.nic.br/imprensa/clipping/2011/midia105.htm Acesso em 26 Fev. 2014.

Nic.br – Clipping. Nic.br promove concurso para difundir IPv6. Disponível em: http://www.nic.br/imprensa/clipping/2011/midia066.htm Acesso em 26 Fev. 2014

Oliveira, M. Nasce a internet. Clipping. Disponível em: http://www.nic.br/imprensa/clipping/2011/midia143.htm Acesso em 12 Dez. 2014

ONU. População mundial é de 7,2 milhões de pessoas. Disponível em: http://internacional.estadao.com.br/noticias/geral,onu-populacao-mundial-e-de-7-2-bilhoes-de-pessoas,1042156 Acesso em 12 Dez. 2014

Oswalt, M. IPv6 Security Tips (Whether You’re Deploying It or Not), outubro 2011. Disponível em: <http://packetpushers.net/ipv6-security-tips-whether-youre-deploying-it-or-not/>, Acesso em 08 de Outubro de 2012

Persegona,F. M. A História da Internet: Origens do E-GOV no Brasil. Disponível em <http://ffb.virtual.ufc.br/solar/arquivos/curso/367/historia_da_Internet.pdf>, acesso em 08 de Outubro de 2013

Pinto, C. O. IPv6 . Disponível em: http://clecioolivеira.com/academicos/Artigo_IPV6.pdf. Acesso em 22 de Julho de 2014

Popper, K.R. Lógica da pesquisa científica. São Paulo: EDUSP, 1985

POTAROO – Portal Potaroo. Disponível em http://www.potaroo.net/tools/ipv4/index.html, com acesso em julho de 2014. Acesso em 22 Set. 2014

Ribeiro, C. R. Integração de IPv6 em um Ambiente Cooperativo Seguro, fevereiro 2004. Disponível em: <http://www.las.ic.unicamp.br/paulo/teses/20040227-MSc-Cleymone.Ribeiro.dos.Santos-Integracao.de.IPv6.em.um.ambiente.cooperativo.seguro.pdf>, acesso em 04 de Outubro de 2012;

Rist, O. Prepare your company for IPv6, dezembro 2008. Disponível em <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?sid=849beedf-9382-471b-9274-41f821ab4c50%40sessionmgr110&vid=13&hid=123&bdata=Jmxhbmc9cHQtYnImc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=aph&AN=35153627>, acesso em 29 de Setembro 2012.

Schramm, W. (1971). Notes on case studies of instructional media projects. Working paper, the Academy for Educational Development, Washington, DC.

Stalvig, P. IPv6. Disponível em: <http://www.f5networks.com.br/pdf/white-papers/ipv6-introducao-wp.pdf>, acesso em 08 de Outubro de 2012

TCP/IP (TransmissionControlProtocol / Internet Protocol)**.** Disponível em:http://searchnetworking.techtarget.com/definition/TCP-IP. Acesso em 19 de Julho de 2014

Thaler, D., Draves, R., Matsumoto, A. &Chown, T. Default AddressSelection for Internet ProtocolVersion 6 (IPv6) setembro 2012. Disponível em: http://tools.ietf.org/html/rfc6724, acesso em 07 de Outubro de 2012

TELECO. Seção: Tutoriais Banda Larga- Redes IP I: IPv4. Disponível em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeip1/pagina_2.asp. Acesso em 01 de Julho de 2014

TELECO. Redes IP I: Ipv6. Disponível em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeip1/pagina_3.asp

Acesso em 22 de Julho de 2014

TERRA. Entenda o protocolo IP e a diferença entre IPv4 e IPv6. Disponível em: http://tecnologia.terra.com.br/internet/entenda-o-protocolo-ip-e-a-diferenca-entre-ipv4-e-ipv6,3a98fe32cdbda310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html. Acessoem 01 de Julho de 2014

Turban, E.; Rainer, R. K. Jr& Potter, R. E. Introduction to information systems. Hoboken: John Wiley and Sons, 2007.

Turban, E.; Leidner, D.; Mclean, E. &Wetherbee, J. Tecnologia da informaçãopara a gestão.São Paulo: Ed. Bookman, 2010.

UNITED STATES GENERAL ACCOUNTING OFFICE (GAO). Government Auditing Standards. Washington DC: Controller General of the United States, 1994

Vigonera , D. ,L,V. Revista do Secretariado Executivo, Passo Fundo, p. 95-111, n. 7, 2011

YIN, R. K. Case study research: design and methods. EUA: SagePublications, 1990.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.