

Automatização de ensaios da RFC 7084 em roteadores

IPv6 para certificações Anatel.

Atividade A8 - Disciplina de TCC29009

Ronaldo Borges

Estudante do Curso de Engenharia de Telecomunicações

Semestre 2019-1

Abreviações

Anatel Agência Nacional de Telecomunicações

DAD Duplicate Address Detection

DHCPv6 Dynamic Host Configuration Protocol version 6

ESE Equipamento Sob Ensaio

FCC Federal Communications Commission

FXS Foreign Exchange Subscriber

GPON Gigabit Passive Optical Network

ICMPv6 Internet Control Message Protocol version 6

IEC International Electrotechnical Commission

IPv6 Internet Protocol version 6

ITU-T International Telecommunication Union

LAN Local Area Network

NS Neighbor Solicitation

OCD Organismo de Certificação Designado

ONT Optical Network Terminal

PA Prefix Advertisement

RA Router Advertisement

RFC Request For Comments

SIP Session Initiation Protocol

1 Introdução

Todo produto elétrico, eletrônico, óptico é passível de exigências normativas para sua comercialização. Tal processo, chamado de homologação é um ato administrativo, gerido por agências vinculadas ao governo visando contribuir para o desenvolvimento tecnológico de Brasil. A Anatel foi criada em 1997 na competência de agência reguladora nos setores de telefonia fixa e celular. Sua missão é regulamentar e fiscalizar o uso do espectro eletromagnético, assegurar a interoperabilidade entre os dispositivos certificados, garantir a segurança e saúde do consumidor, coibir que os equipamentos interfiram entre si (ANATEL, 1997). Existem outras agências internacionais que também regularizam a área de telecomunicações em seus respectivos países, como por exemplo, a americana FCC que opera no Estados Unidos e BSI Group no Reino Unido. Cada agência delas estabelece suas próprias diretrizes de certificação e normas para validação funcional, elétrica, óptica, mecânica e climática de acordo com as características do produto. Entretanto, as agências tentam utilizar mesmas normas afim um sistema padronizado de avaliação produtos. Por exemplo, um produto certificado nos Estados Unidos funcionará em território brasileiro pois a Anatel se baseia no mesmo escopo de normas da FCC para definir os requisitos de certificação de produtos comercializados no Brasil. Tanto que a agência nacional permite a homologação, por Declaração de Conformidade, na qual é possível apresentar uma certificação estrangeira, aceita pela Anatel, em substituição aos relatórios de ensaio nacionais para produtos categoria II de uso próprio, desde que não se conecte na rede elétrica (ANATEL, 2018).

Todavia, mesmo fundamentando-se no escopo de normas utilizadas por agências internacionais, a Anatel as submete sob consulta pública antes de publicar uma norma em âmbito nacional, e os atos da consulta são levados ao conselho da agência para tomadas de decisões relativas. Resultando em normas nacionais chamada de resolução, cujo visa atende alguns aspectos regionais de fornecimento de energia, espectro, etc. Salvo exceções, as agências buscam se basear no mesmo conjunto de normas técnicas para garantir o funcionamento dos dispositivos em qualquer país. Com por exemplo, as principais resoluções da Anatel para certificação de produtos de telecomunicações são: 506 (Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita), 442 (Compatibilidade eletromagnética), 529 (segurança elétrica) são dependentes de normas europeias e americanas da IEC e ITU-T utilizadas pelas agências FCC e BSI Group.

1.1 A Homologação segundo as regras da Anatel

A Anatel, separa em três categorias, I, II e III para definir os requisitos técnicos e procedimentos de ensaios aplicáveis (ANATEL, 2018):

Categoria I: equipamentos terminais destinados ao uso do público em geral para acesso a serviço de telecomunicações de interesse coletivo (Ex.: telefone celular, baterias para telefone celular, cabos para uso residencial, etc.).

Categoria II: equipamentos não incluídos na definição da Categoria I, mas que fazem uso do espectro radioelétrico para transmissão de sinais (Ex.: antenas, equipamentos com interfaces WiFi, bluetooth, etc.).

Categoria III: quaisquer produtos ou equipamentos não enquadrados nas definições das Categorias I e II, cuja regulamentação seja necessária à: garantia da interoperabilidade das redes de suporte aos serviços de telecomunicações; confiabilidade das redes de suporte aos serviços de telecomunicações; ou garantia da compatibilidade eletromagnética e da segurança elétrica (Ex.: equipamentos e materiais utilizados nas redes das prestadoras de serviço de telecomunicação).

O processo de definição em qual das categorias citadas e os requisitos técnicos aplicáveis ao um produto, por delegação da Anatel, é responsabilidade da OCD (ANATEL, 2015). Adicionalmente, tem o papel avaliar a conformidade dos relatórios técnicos de conformidade para produtos telecomunicações, no âmbito de certificação compulsória.

Portanto, para obtenção da certificação compulsória, a primeira etapa é fazer uma consulta junto à OCD. Para exemplificar, no caso de uma ONT, cujo produto é constituído de porta FXS, GPON, WiFi, fonte de alimentação, Ethernet LAN. A OCD classificará categoria I por possuir interface GPON para conexão com a operadora e definirá os seguintes ensaios de conformidade: Resolução 442, 506, IPv6, SIP,

FXS e GPON.

1.2 A RFC 7084 - ensaios para IPv6

O IPv6 foi criado para suprir o esgotamento de endereços de seu antecessor IPv4. Apesar de disponibilizar mais que 4 bilhões de endereços, já sabido desde 1998, que não supriria a demanda de endereçamento de equipamentos conectados à Internet. Criado com propósito acadêmico e militar, o IPv4 foi expandido para uso comercial e se tornou o principal protocolo para comunicação de computadores na internet. Novas tecnologias como IoT aceleraram o processo de escassez da versão 4 e o pressionou a IETF no lançamento da versão 6 através da RFC 4291. Desde então vinha sendo alertado sobre a escassez e a necessidade de adoção da nova versão, porém esbarrou em limitações técnicas dos equipamentos por impactar em implementações em hardware e como países poderiam auxiliar na migração para nova versão do protocolo. Em 19 de fevereiro de 2014 a Anatel criou um grupo de trabalho com o objetivo de coordenar as atividades necessárias à adoção do protocolo IP versão-6 (ANATEL, 2014). No ano de 2019, foi incluído o ensaio de IPv6 aos demais ensaios dos produtos de categoria I. a Anatel criou um comitê para estudo de transição do IPv4 para IPv6. Composto por representantes das Operadoras e NIC (Núcleo de Informação e Coordenação) afim de definir o método de transição, e quais normas seriam utilizadas para verificação de conformidade na nova versão do protocolo nos telefones IP e roteadores. A Anatel se baseou nas RFC 7084 e incluiu este ensaio aos produtos que possuem interface com a operadora.

1.3 Motivações

A exigência da Anatel referente a obrigatoriedade do IPv6 em roteadores, impactou numa demanda crescente das empresas de tecnologia em busca de laboratórios para ensaios de certificação do IPv6 e no desenvolvimento do protocolo afim de compatibilizar seus produtos com a RFC 7084. Atualmente o CPqD é laboratório acreditado no Brasil para execução dos ensaios de certificação IPv6. Os testes de desenvolvimento custam em torno de 10 mil reais/teste, e o próprio software de validação da RFC 7084 custa em média de R\$ 80000. O Software é um aplicativo que analisa os pacotes IPv6 transmitidos e recebidos por duas interfaces de rede acopladas em um computador.

Motivado pela recente inclusão dos requisitos de IPv6 a roteadores para obtenção da certificação compulsória da Anatel, as dificuldades e os custos para empresas em desenvolver o protocolo nos respectivos produtos. O objetivo do TCC será criar um sistema de validação conforme a norma RFC 7084 (SINGH et al., 2013). De forma proporcionar ao IFSC condições de ser tornar um centro de ensaios de pré-desenvolvimento em IPv6 exigido à roteadores categoria I.

1.4 objetivos

- Estudo detalhado da RFC 7084 para posterior criação das máquinas de estado que irá servir como suporte no desenvolvimento das rotinas.
- prototipação das rotinas de testes baseado nos setup e procedimentos nos documentos RFC 7084 e IPv6 READY Conformance Test Scenario CE-Router.
- Avaliação do sistema desenvolvido através de testes em roteador IPv6 com comportamento conhecido de sucesso e falha no respectivo item da norma testada.
- Disponibilizar um computador com o software de teste e uma interface administração amigável para o instituto fornecer às empresas uma infraestrutura para a análise e elaboração do protocolo IPv6 em conformidade com a RFC 7084.

2 Metodologia e cronograma

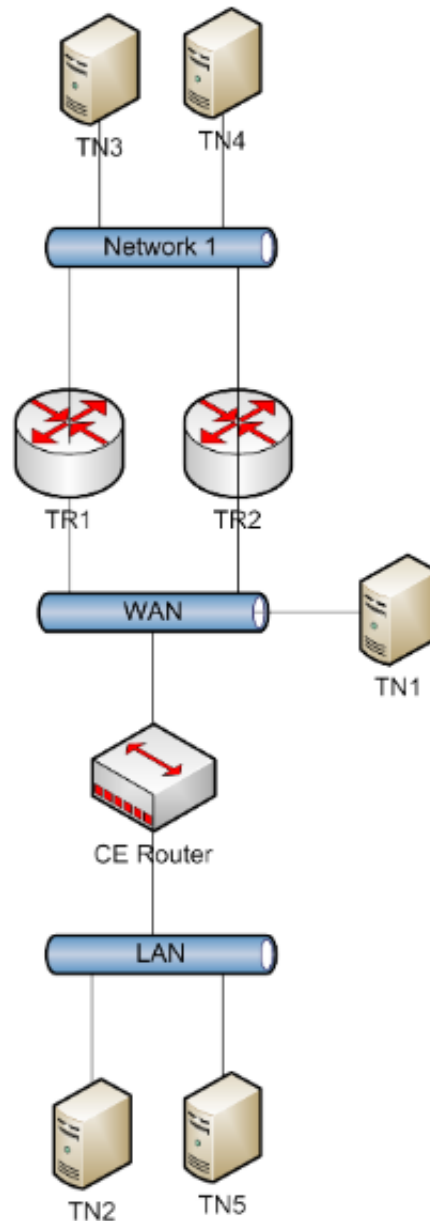
Os 39 ensaios que contemplam a RFC para certificação de IPv6 em roteadores, são divididos em 3 grupos que validam o protocolo nas interfaces WAN, LAN e encaminhamento de mensagens entre as

portas. Cada grupo possui um setup básico de mensagens trocadas previamente para configuração do ambiente de teste, descritos na seção 2.4 antes que o ensaio do respectivo grupo seja realizado. Os ensaios são realizados sequencialmente e validados individualmente. Será apresentado um estudo detalhado dos cenários de testes exclusivos para roteadores IPv6, com a descrições das máquinas de estados de cada teste baseado na implementação das sub-rotinas de teste.

O software a ser desenvolvido, a partir da interpretação dos resultados do equipamento sob ensaio em cada teste verificará se o equipamento está funcionando devidamente para determinar se o equipamento passou ou falhou em cada teste (conjunto de sub-rotinas).

2.1 Cenário de testes

Todos os grupos de teste (3 ao total) usam a mesma topologia apresentada na figura 1. A infraestrutura de ensaio é composta pelo roteador sob ensaio (*CE router*) e de duas redes conectadas as interfaces de rede LAN e WAN do equipamento. Um computador com duas interfaces de rede emula os TN's de 1 a 5 no qual trocam mensagens IPv6 através de sub-rotinas em diversos casos de teste para avaliar a capacidade do roteador sob ensaio de encaminhar e tratar mensagens IPv6 entre suas interfaces LAN e WAN.



2.2 Desenvolvimento do software

O software de teste para roteadores IPv6 será desenvolvido utilizando um sistema operacional baseado em linux por ser código fonte aberto dos drivers e serviços, possuir uma ampla documentação de suporte e a participação de programadores ao redor do mundo que contribuem para o projeto, principalmente com atualização dos drivers contidos no Kernel, recurso básico para desenvolver o projeto. A arquitetura do computador de teste será em amd64 com duas placas de rede gigabit ethernet. No entanto poderá ser compilado para outras plataformas.

O grande desafio do projeto será o desenvolvimento das sub-rotinas em especial a primeira rotina, pois todos os ensaios são baseados em transmissão análise de pacotes IPv6. Nesta etapa será estudado as bibliotecas e aplicações baseadas em código fonte aberto que oferecem um funções que permitem criar, manipular e analisar quadros IPv6.

A biblioteca que atende mais requisitos para desenvolvimento das rotinas é a PCAP para Linux. O Pcap fornece vários recursos para envio de pacotes e análise de quadros. Tal biblioteca foi desenvolvida em C, e portanto a linguagem de programação C será base para desenvolvimento das rotina de validação do primeiro cenário de teste segundo a RFC.

2.3 Ensaios de validação do software

Com a primeira rotina implementada, será testado e observado o comportamento do software ao executa-lo sobre um ESE (equipamento sob teste) com comportamento de falha e sucesso conhecido para avaliação da rotina de teste 1, descrita em detalhes na seção 2.5. O teste "Troca Básica de Mensagens" é o primeiro ensaio aplicado sob ESE durante a certificação IPv6 no roteador descrito no item 1.1.1 *Conformance Test Scenario CE Router*. Com a aprovação das etapas descritas conforme seção 2.5.1 o roteador estará apto para realizar o teste 2 (Avaliação da implementação do DHCP) (HAMPSHIRE; LABORATORIES, 2015).

Em caso de sucesso, o desenvolvimento continuará na implementação das demais rotinas para conclusão de todos os ensaios de validação. Para comprovação das implementações do software de acordo com a RFC, será feito o teste sob um equipamento cujo possui diferentes versões de firmware previamente ensaiadas na ANATEL com resultados conhecidos visando validar todas as rotinas implementadas.

2.4 Setup básico 1 de teste IPv6(Possível apêndice)

Neste seção é descrito o conjunto básico de mensagens trocadas entre o ESE e os TN's conectados na porta WAN do ESE para validação do IPv6 na interface WAN.

1. TR1 transmite uma mensagem *Router Advertisement* (RA) para todos endereços do grupo *all-node multicast* com as *flags* M e O ativas. O limite *hop* do RA é definido em 64. O *Router Advertisement* inclui parâmetro *Prefix Advertisement* (PA) com o prefixo global com a flag L com nível lógico "1" e a flag B em "0". Isso deverá adicionar o TR1 em sua lista de roteamento padrão e calcular o tempo de alcance. O parâmetro *Router Lifetimes* é grande o suficiente que não expira durante o teste.
2. O TR1 transmite uma mensagem *Echo Request* para o NUT e ele responde aos *Neighbor Solicitations*. E os NS esperam pelo *Echo Reply* do NUT. O resultado esperado é que o NUT seja capaz de resolver o endereço do TR1 e criar uma entrada *Neighbor Cache* com estado alcançável.
3. O ESE transmite um DHCPv6 *Solicit Message* para todos "*DHCP_Relay_agents_and_Servers*" para o endereço *multicast* (FF02::1:2). O TN1 responde com uma mensagem DHCPv6 *Advertise*. O ESE envia um mensagem DHCPv6 *Request* para o TN1 pedindo para confirmar o endereço e a configuração. O TN1 responde com uma mensagem *Reply* contendo a confirmação do endereço e configuração. A mensagem DHCPv6 *Reply* contém as opções IANA e IADP T1 definidas em 50 segundos e a T2 para 80 segundos. O DHCPv6 *Reply* também contém um DNS *Recursive Name Server Option* que inclui o TN3's com endereços globais e a lista com domínio de pesquisa que inclui "text.example.com"

2.5 Teste 1: Troca Básica de Mensagens

- **Propósito:** Verificar se o roteador IPv6 manipula corretamente a recepção da mensagem de resposta durante uma troca básica de mensagens
- **Setup:** Para realizar o teste "troca básica de mensagens" da RFC é usado o setup executado o setup básico 1, descrito na seção 2.4. As mensagens trocadas devem atender o seguinte procedimento e resultados observáveis:

Parte A: Validar uma mensagem Reply em resposta a um Request

1. Observar os pacotes transmitidos pelo ESE.
2. TN1 Transmite um *Echo Request* para o ESE via endereço global
3. Observar os pacotes transmitidos pelo ESE.

Parte B: Validar uma mensagem Reply em resposta a uma mensagem Confirm

4. Desconectar fisicamente o link da interface do roteador.
5. Aguardar um tempo suficiente para o que ESE reconheça que interface foi desconectada e reconecte.
6. Na recepção de uma mensagem DHCPv6 *Confirm* do ESE no tempo T1, TN1 transmite um mensagem *Reply* devidamente formatada.
7. Aguardar um periodo até o ESE enviar uma mensagem *Duplicate Address Detection* (DAD).
8. TN1 transmite a mensagem ICMPv6 *Echo Request* para o endereço global do ESE.
9. Observar os pacotes transmitidos pelo roteador.

2.5.1 Resultados esperados

Parte A

- **Passo 1:** O ESE realiza a detecção de endereços duplicados em cada um dos endereços em qualquer IAs (Associação de identidade) que ele recebe pela mensagem DHCPv6 *Reply* do TN1 antes de usar este endereço para trafego. O ESE deve transmitir DAD NS para cada um dos endereços.
- **Passo 3:** O ESE deve transmitir uma mensagem ICMPv6 *Echo Reply* para TN1.

Parte B

- **Passo 9:** O ESE deve transmitir um ICMPv6 *Echo Reply* para TN1.

2.6 Cronograma

1. Elaboração da proposta de TC.
2. Estudo detalhado dos cenários de teste com IPv6.
3. Definição do fluxo de testes segundo uma máquina de estados.
4. Criação da rotina de validação do primeiro cenário segundo a RFC usando linguagem C.
5. Aplicação da rotina sobre equipamento com comportamento conhecido de falha e não em cenário controlado.
6. Implementação das demais rotinas para conclusão de todos os ensaios de validação.
7. Uso de equipamento homologado com versões de firmware previamente ensaiadas na ANATEL com resultados conhecidos visando validar todas as rotinas implementadas.
8. Escrita do TC I.

9. Desenvolvimento automação das rotinas.
10. Teste e correções.
11. Escrita do TC II.

| | 2019 | | | | | 2019 | | | | |
|----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
| 1 | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 2 | | ■ | | | | | | | | |
| 3 | | | ■ | | | | | | | |
| 4 | | | ■ | ■ | | | | | | |
| 5 | | | | ■ | | | | | | |
| 6 | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 7 | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 8 | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| 9 | | | | | | | ■ | | | |
| 10 | | | | | | | | ■ | ■ | |
| 11 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |

3 anexos

Referências

ANATEL. *Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997*. 1997. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/leis/2-lei-9472>>.

ANATEL. *Grupo de Trabalho para implantação do protocolo IP- Versão 6 nas redes das Prestadoras de Serviços de Telecomunicações*. 2014. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=325769&assuntoPublicacao=null&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=325769.pdf>>.

ANATEL. *Organismos de Certificação Designados (OCD)*. 2015. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/setorregulado/organismos-de-certificacao-designados-ocds>>.

ANATEL. *Homologação de produtos de telecomunicações importados para uso próprio*. 2018. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/setorregulado/orientacoes/forum-de-certificacao/2-uncategorised/431-importacao-para-uso-proprio>>.

HAMPSHIRE, U. of N.; LABORATORIES, C. T. *IPv6 READY Conformance Test Scenario CE-Router*. 2015. Disponível em: <https://ipv6ready.org/docs/CE_Router_Conformance_Latest.pdf>.

SINGH, H. et al. *Basic Requirements for IPv6 Customer Edge Routers*. [S.l.], 2013.

4 Conclusões

Há outras normas funcionais exigidas pela Anatel que podem ser desenvolvidas com custo acessível e ser adicionada no laboratório do IFSC para ensaios de pré-desenvolvimento de produtos em conformidade com a Anatel, da mesma forma que este TCC propôs. Por exemplo: ensaios SIP e IPv6 para terminais telefônicos.