

Capítulo

2

Como Protocolos Inovadores são Criados e Adotados em Escala Mundial: Uma visão sobre o Internet Engineering Task Force (IETF) e a Infraestrutura da Internet

Juliao Braga, Jéferson Campos Nobre, Lisandro Zambenedetti Granville and Marcelo Anderson Batista dos Santos

Abstract

The IETF is responsible for the standardization and development of Internet protocols and this is based on the voluntary participation of professionals, academics, and researchers from around the world. Volunteers work together through email lists and in three face-to-face meetings yearly. This proposal considers the importance of identifying multidisciplinary opportunities around the Internet Engineering Task Force (IETF) in the process of creating or improving innovative standards on the Internet. We will discuss the organization of working groups, highlighting discussions ranging from protocols known as the Internet Protocol (IP) to research groups such as Things-to-Things (T2TRG) that discuss standards on the Internet of Things (IoT). The opportunity to discuss theoretical/practical challenges and manners of collaboration at the IETF opens up a vast prospect of inclusion for the Brazilian community, as it becomes aware of how the IETF is constituted and remains active, vigilant and prepared for the necessary changes for the smooth functioning of the Internet. The multidisciplinary, in the field of computing science that aggregates the volunteering of the IETF, is evident and needs the active help of people with diversified knowledge and in areas other than, necessarily, networks. In this way, this chapter covers since basic foundations on the Internet, the functioning of the IETF, the process of development of new protocols, as well as the necessary tools and rules for writing an Internet-Draft (I-D).

Resumo

O IETF é o responsável pela padronização e desenvolvimento dos protocolos da Internet e faz isto através da participação voluntária de profissionais, acadêmicos e pesquisadores do mundo inteiro. Voluntários trabalham em conjunto através de lista de email e se

reúnem presencialmente em três encontros por ano. Assim, esta proposta considera a importância de identificar as oportunidades multidisciplinares que circulam em torno do *Internet Engineering Task Force (IETF)* no processo de criação ou melhoria de padrões inovadores na Internet. Iremos abordar a organização de grupos de trabalhos, evidenciando discussões que vão desde protocolos conhecidos como o *Internet Protocol (IP)* até grupos de pesquisa como o *Things-to-Things (T2TRG)* que discute padrões sobre Internet das Coisas (IoT). A oportunidade de discutir de forma teórica/prática os desafios e formas de colaboração no IETF abre uma enorme perspectiva de inclusão da comunidade brasileira, ao tomar conhecimento de como o IETF se constitui e se mantém ativo, vigilante e preparado para as mudanças necessárias para o bom funcionamento da Internet. A multidisciplinaridade, no âmbito da computação, que agrega o voluntariado do IETF é evidente e necessita da ajuda efetiva de pessoas com conhecimento diversificado e em outras áreas que não, necessariamente a de redes. Dessa forma, este capítulo aborda desde fundamentos básicos sobre a Internet, o funcionamento do IETF, o processo de desenvolvimento de novos protocolos, bem como as ferramentas e regras necessárias para escrita propriamente de um *Internet Draft (I-D)*.

2.1. Introdução

Diversas entidades de padronização buscam definir e estabelecer padrões para que as Redes de Computadores funcionem da melhor maneira possível. Entre essas entidades, podem ser citados o *Institute of Electrical and Electronics (IEEE)* e o *International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)*. No contexto da Internet, o *Internet Engineering Task Force (IETF)* é uma entidade que opera na padronização dos seus protocolos. Sem a padronização desses protocolos, seria impossível estabelecer comunicações entre diferentes dispositivos ao redor do mundo, considerando ainda que cada um desses dispositivos possui capacidades e hardware heterogêneos, além de serem produzidos por diferentes fabricantes. Dessa forma, a padronização é fundamental para que a Internet funcione de forma estável e eficiente.

Os participantes do IETF são organizados em grupos de trabalhos (*Working Groups - WGs*), os quais possuem foco em problemas de engenharia específicos da Internet. Além disso, o IETF é composto pelo *Internet Research Task Force (IRTF)*, o braço de pesquisa do mesmo. No IRTF, os participantes são agrupados em Grupos de Pesquisa (*Research Groups - RGs*), possuem objetivos de mais longo prazo em relação aos WGs. O processo de padronização é realizada através da participação aberta utilizando-se de consenso aproximado. O IETF já produziu de forma colaborativa milhares de *Request For Comments (RFCs)* que, de forma simplificada, podem ser interpretados como padrões na Internet.

A colaboração entre academia, indústria e operadores de rede é fundamental no desenvolvimento de padrões pelo IETF. Embora seja relativamente simples iniciar ou se envolver em uma discussão no IETF, a participação pode ser complexa e distante para a comunidade acadêmica. Por exemplo, há várias normas que precisam ser seguidas para escrita de documentos (e.g., um ciclo de revisões públicas até o documento ser aceito pela comunidade) e uma ênfase na implementação de soluções (i.e., código que pode ser executado). Assim, o IETF é ambiente consideravelmente distinto do meio acadêmico (focado em revistas e conferências). Finalmente, existe uma participação massiva de representantes da indústria com discussões constantes através de listas de e-mail abertas

e 3 reuniões presenciais por ano.

A necessidade de padronização e do uso de protocolos da Internet é imperativa de forma global. Esses protocolos devem funcionar adequadamente em equipamentos de diversos fabricantes e que permitem a comunicação de usuários finais em diferentes países. Neste contexto, é importante a participação de membros brasileiros, assim como da América Latina e Caribe (*Latin America and Caribe - LAC*) como um todo. Apesar do Brasil tem se destacado em relação à LAC pelo crescente número de participações nas reuniões presenciais da IETF, a participação da LAC ainda não é comparável com a participação desta região no tráfego de rede produzido na região. Alguns motivos que dificultam a participação no IETF na LAC estão relacionados com o alto custo de participação nas reuniões presenciais, assim como um menor número de grande fabricantes de equipamentos de rede.

Alguns trabalhos foram publicados analisando aspectos da participação da LAC no IETF. Nobre e Granville [Nobre and Granville 2015] apresentaram um relato de experiência sobre a participação dos autores no contexto de um projeto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no IETF. Braga e Colaboradores [Braga et al. 2017] abordaram a participação de brasileiros nos encontros do IETF em comparação com outros países da LAC, além de iniciativas de participação no desenvolvimento de documentos e os movimentos que disponibilizam recursos para financiar tais participações. Andrade e Colaboradores [Andrade et al. 2018] analisaram como colaborar com a IETF e a importância da nova forma de participação nas reuniões presenciais. No entanto, nenhum capítulo de livro foi escrito sobre como os protocolos são criados e adotados no contexto do IETF e da Infraestrutura da Internet como um todo.

Este capítulo tem como principal objetivo descrever os processos de criação de protocolos no contexto do IETF, especialmente em relação aos aspectos pragmáticos dessa criação. Como tais processos são significativamente diferentes daqueles utilizados na academia, inicialmente é necessário entender a própria estrutura da Internet e do IETF. Os documentos utilizados no IETF e as ferramentas utilizadas para produzi-los também são diversos em relação ao que é utilizado pelos professores e pesquisadores. Finalmente, a participação latina nas reuniões do IETF assim como seus desafios precisam ser compreendidos para fomentar uma maior participação da comunidade brasileira.

O restante deste capítulo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2.2, fundamentos sobre a estrutura da Internet são apresentados. Na Seção 2.4, o IETF é descrito em conjunto com suas entidades constitutivas. Na Seção 2.5, os principais documentos do IETF, *Internet-Drafts* e RFCs, são explicados, assim como sugestões para sua elaboração. Na Seção 2.6, as ferramentas utilizadas para a escrita desses documentos são descritas. Na Seção 2.7, a participação latina no IETF é discutida em conjunto com desafios e ações para aprimorar tal participação. Na Seção 2.8, um estudo de caso relacionado com o processo de aprovação do protocolo HTTP/3 é descrito. Finalmente, considerações finais e perspectivas futuras são apresentados na Seção 2.9.

2.2. Estrutura da Internet

Para que seja possível entendermos a importância, o papel e a complexidade do funcionamento do IETF, é necessário compreender alguns conceitos básicos sobre o funcio-

namento da Internet. A Internet (algumas vezes chamada de "A Grande Rede") muitas vezes é representada por imagens impressionantes como a representação na Figura 2.1, geralmente com a preocupação de exibir esta grandeza que se espalha por toda a Terra, com raras exceções e parte do Universo.

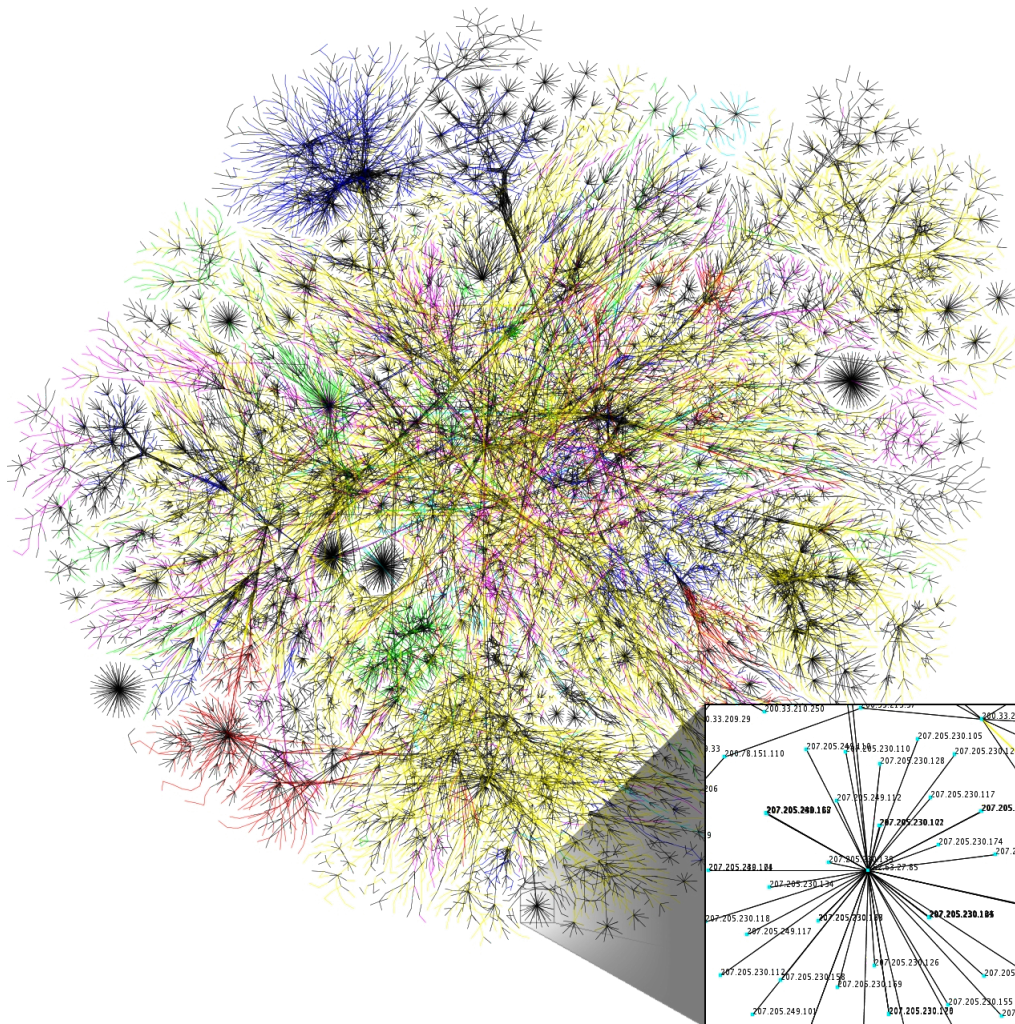


Figura 2.1. A Grande Rede. Fonte: [Wikipédia 2020]

Outras vezes, a representação da Internet é mais simples e objetiva, como uma "grande" nuvem como mostra a Figura 2.2.

Na prática, a nuvem é uma metáfora para esconder uma complexa interconexão de redes de computadores, dando a impressão de um caos incompreensível.

A nuvem pode desaparecer sendo frágil metáfora dando lugar às redes interconectadas formando uma infraestrutura sólida, segura como visto na Figura 2.4. A Internet, quando a usamos e nos beneficiamos dos resultados desejados com incrível rapidez, nos parece extremamente organizada e não um caos incompreensível.

A padronização e disponibilidade de recursos fáceis e rápidos tornaram-se um imperativo no ambiente da Internet. Sem a disponibilidade de padrões para os serviços

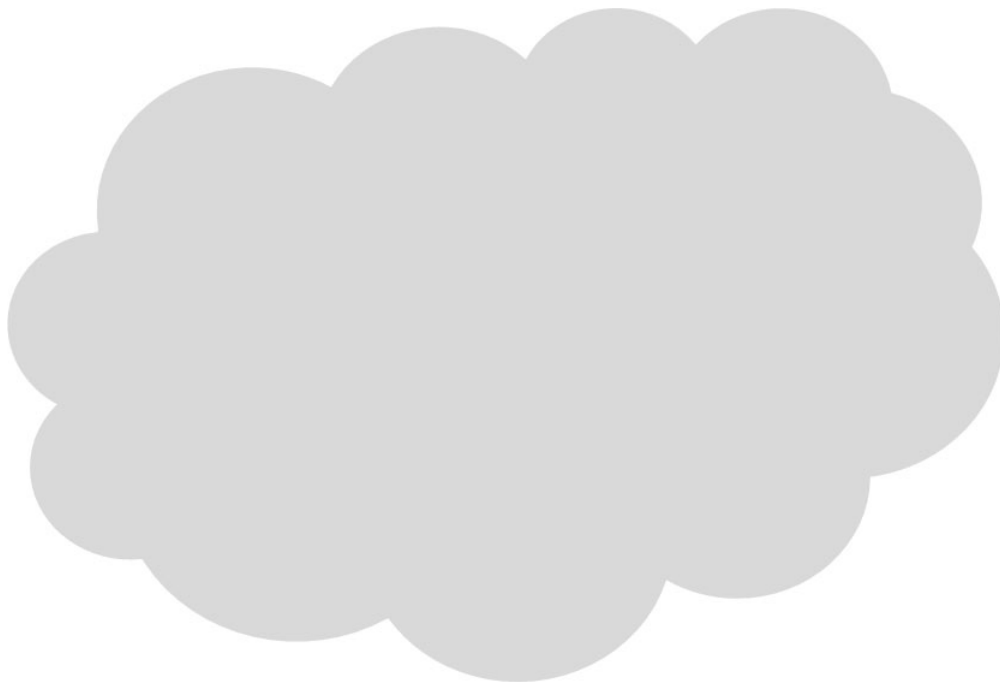


Figura 2.2. A Internet como uma "grande"nuvem

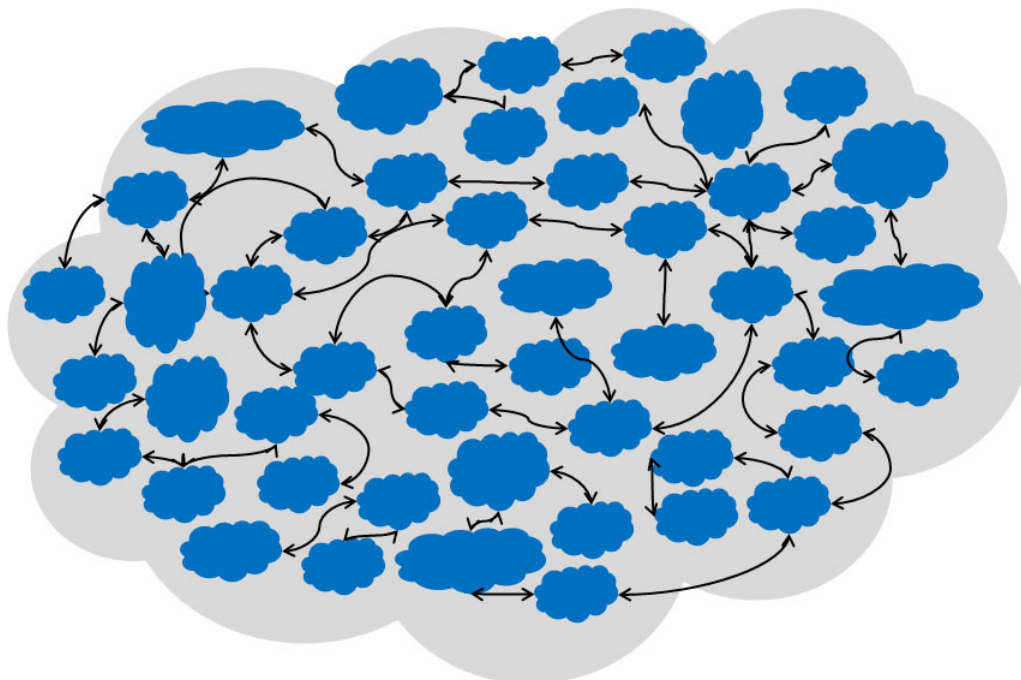


Figura 2.3. A nuvem é uma metáfora para esconder um enorme e complexo conjunto de redes interconectadas

e facilidades, aos quais chamamos de **protocolos** seria impossível estabelecer comunicações entre diferentes dispositivos que fazem parte das redes que formam a Internet e se dispersam ao redor do mundo. O prodígio da chamada **infraestrutura da Internet**, com uma diversidade incrível de equipamentos, recursos e facilidades, se deve ao fato de

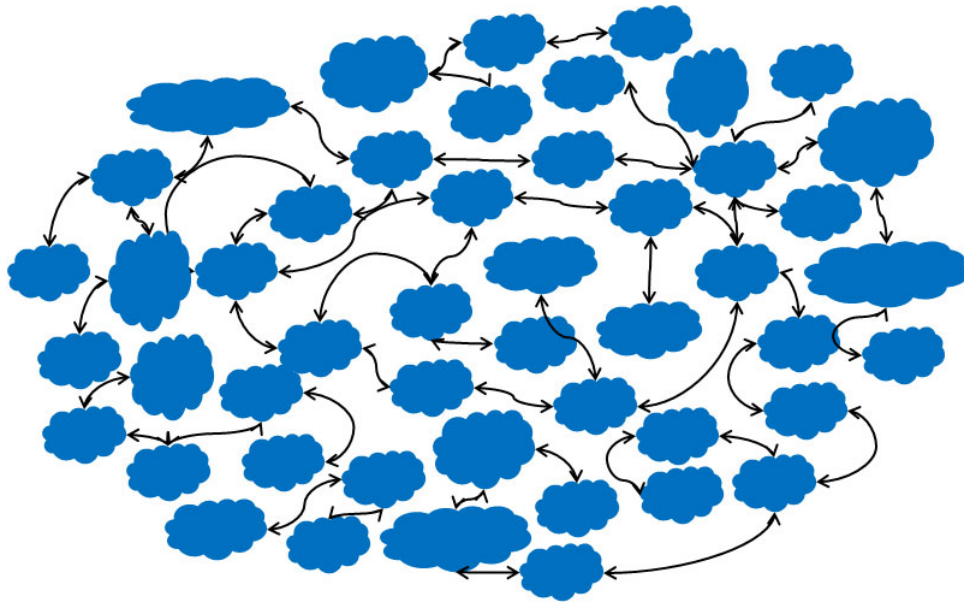


Figura 2.4. Sem a nuvem, Internet é uma rede de redes formando o caos mais organizado do mundo

existir uma comunidade imensa de voluntários que se reúnem sistematicamente em torno de uma organização não formal, isto é, o IETF e que documentam colaborativamente o conjunto de protocolos que fazem a Internet funcionar apropriadamente.

2.2.1. Funcionamento da Internet

As redes que compõem a Internet são completamente independentes uma das outras e atuam de forma autônoma para prestarem os serviços que lhe são designados por interesse próprio. Estas redes são denominadas por **Sistemas Autônomos**¹ (AS) e se interagem através de um dos mais importantes protocolos definido pelo IETF: o *Border Gateway Protocol* (BGP) [Rekhter et al. 2006]. Assim considerando, a representação mais apropriada para a Internet é mostrada na Figura 2.5.

Segundo os documentos que descrevem os padrões definidos pelo IETF, cada AS que compõem a Internet possui um número único denominado **Número de Sistema Autônomo**² (ASN). Os ASes que habitam a Internet são em número de 68.641³. Este número se altera em minutos, mas é monitorado em tempo real.

2.2.2. A Governança da Internet

Um ASN, por ser único exige cuidados que são definidos pelas organizações que compõem o sistema de governança da Internet. O emaranhado destas organizações, entre as quais está o IETF podem ser vistas, incluindo seus relacionamentos funcionais, na representação da Figura 2.6.

Os números dos ASes e os demais recursos associados, como por exemplo, os

¹Do inglês: *Autonomous System*

²Do inglês: *Autonomous System Number*

³Em 27/06/2020: <https://www.cidr-report.org/2.0/>

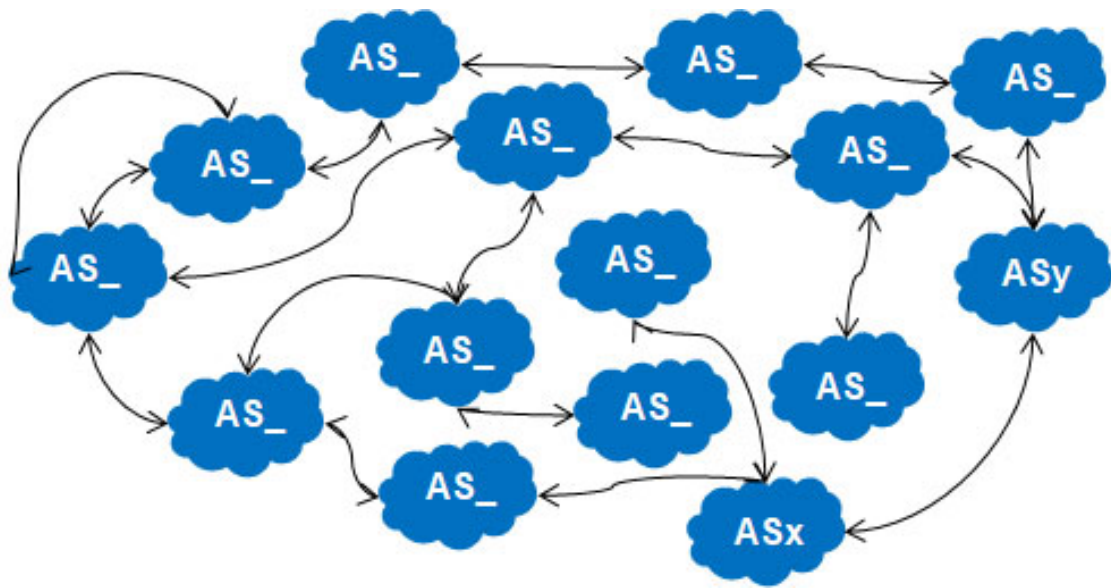


Figura 2.5. A infraestrutura da Internet. Fonte: [Braga 2019]

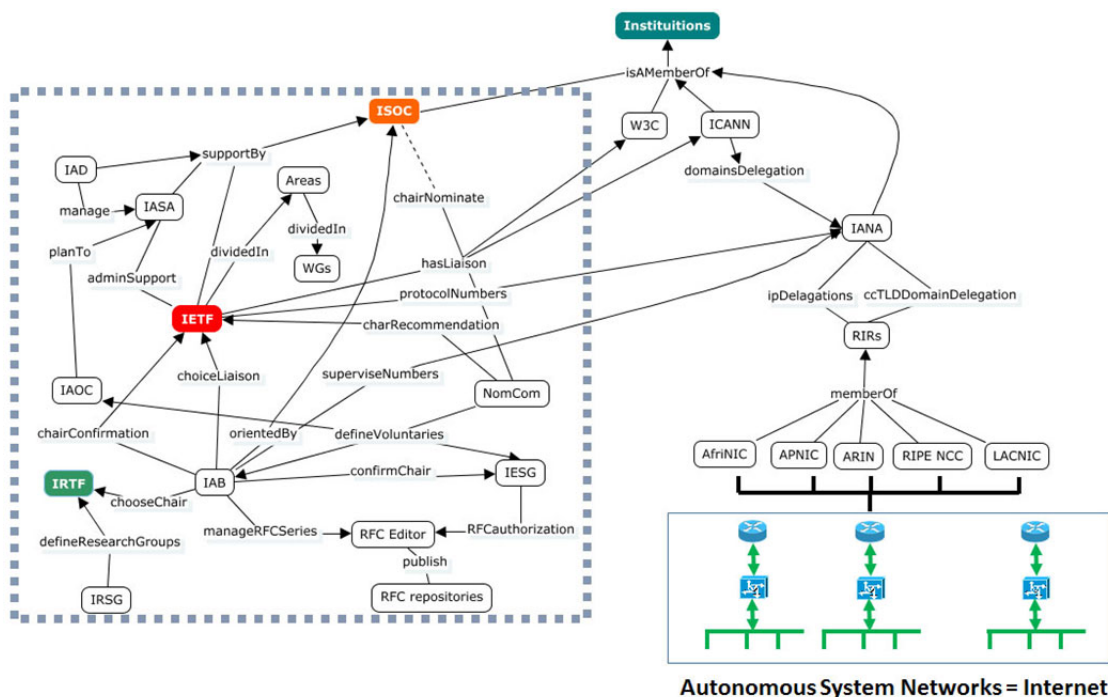


Figura 2.6. O ecossistema da Infraestrutura da Internet. Fonte: [Braga 2019]

números IPv4 e IPv6 que servem para identificar os dispositivos acessíveis no domínio de cada AS são, em última instância, distribuídos pelos chamados **Registro Regional da Internet**^{4,5,6} (RIR) e, em alguns poucos casos, pelos seus subsidiários **Registro Naci-**

⁴Do inglês: *Regional Internet Registry*

⁵<https://www.lacnic.net/820/3/lacnic/2-enderecos-ipv4>

⁶<https://www.lacnic.net/822/3/lacnic/4-politicas-para-a-alocac%C3%A3o-e-designac%C3%A3o-de->

onal da Internet^{7,8} (NIR). Os Registros são responsáveis pelas políticas de alocação e designação de endereços IPv4 e IPV6, entre outras, no âmbito de suas respectivas jurisdições, como pode-se ver na Figura 2.7. Tais responsabilidades são originadas nos padrões dos protocolos definidos pelos documentos do IETF e seguem recomendações da *Internet Assigned Numbers Authority*⁹ (IANA) [IANA 2014].

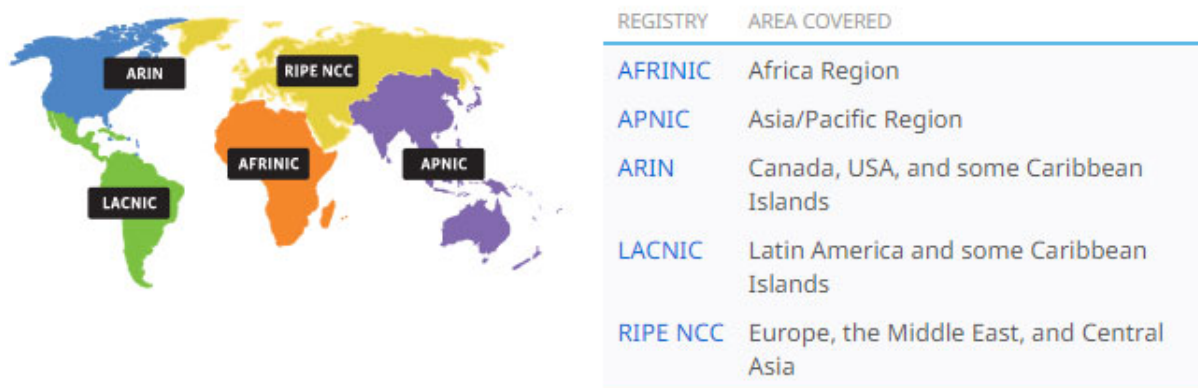


Figura 2.7. Os RIRs e suas respectivas áreas de influência

2.2.3. Como os ASes se relacionam e visibilidade dos dispositivos

Como já foi dito, ASes se interconectam usando o protocolo BGP. Os roteadores são os dispositivos que hospedam o protocolo BGP. Também, qualquer dispositivo da Internet é reconhecido pelo número IP associado a ele, pelo administrado do AS.

Dois ASes se interconectam porque estão interessados em trocar **tráfego** de pacotes IP. O interesse é a troca de tráfego de pacotes IPv4, IPv6 ou ambos.

Existem três tipos de tráfegos que dois ASes podem trocar. A Tabela 2.1 caracteriza tais tráfegos:

Tabela 2.1. Caracterização dos tipos de tráfego

Tipo	Particularidades	Custo
Transporte	O tráfego tem caráter ponto a ponto, isto é, não passa por outros ASes	Baixo custo
Trânsito	Tráfego que troca pacotes com qualquer AS que habita na Internet	Alto custo
Peering	Tráfego de interesse mútuo. Um bom exemplo é o tráfego trocado entre dois ASes ou entre um AS e o outro AS chamado de Ponto de Troca de Tráfego (IX) . Geralmente, este tipo de tráfego precisa de transporte (que tem custo).	Sem custo

enderecos-ipv6

⁷Do inglês: National Internet Register

⁸O Brasil possui um NIR, conhecido como NIC.br: <https://nic.br/>

⁹<https://www.iana.org/numbers>

Suponha que o **ASx** tenha interesse em se conectar com o **ASy**, para troca de tráfego. O pré-requisito para que isto aconteça é que haja uma possibilidade de conexão física ou via rádio, entre os roteadores de **ASx** e de **ASy**. Havendo tal facilidade, **ASx** e **ASy** estabelecem o tipo de tráfego desejado através de acordos comerciais e respectivos documentos. A título de exemplo e de forma simplificada vamos supor que **ASx** e **ASy** querem se conectar, com o único objetivo de atender a demanda de conexão dos seus clientes **ASj** e **ASk**, respectivamente estabelecidos em **ASx** e **ASy**.

Estabelecido o acordo de conexão ou de "pareamento", a Figura 2.8 ilustra as demandas técnicas que **ASx** e **ASy** deverão estabelecer, as quais serão descritas a seguir.

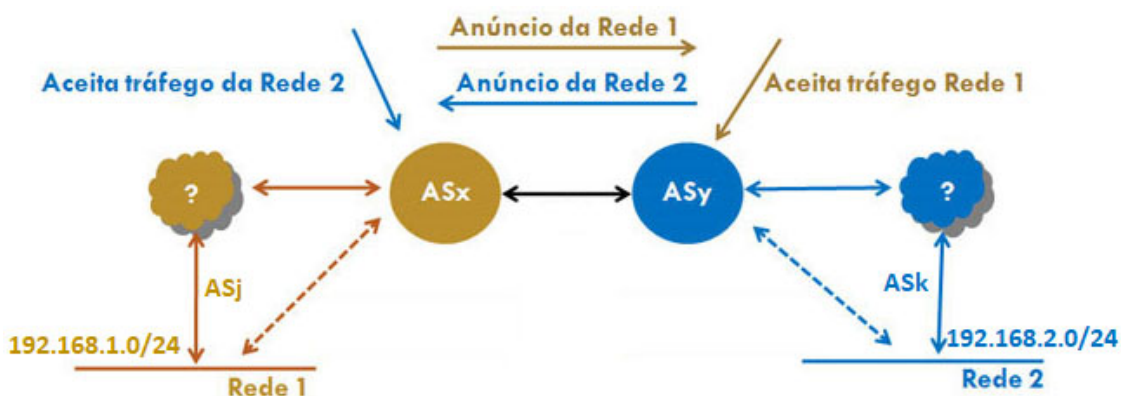


Figura 2.8. Como os dispositivos dos ASes se tornam visíveis na Internet

Pela figura, o **ASx** enxerga a rede do **ASj**. Não só ele, mas todas as redes e/ou ASes que estão implicitamente localizados na nuvem que possui uma ?. Todos sabem que os dispositivos e recursos do **ASj** são associados ao bloco IP 192.168.1.0/24. Em outras palavras, pela figura, todo o ambiente ou domínio do **ASx** conhece este bloco IP como pertencente ao **ASj**¹⁰.

Da mesma forma, o bloco IP 192.168.2.0/24, dentro do âmbito do domínio do **ASy** é reconhecido como pertencente ao domínio do **ASk**.

Depois de tais considerações, a motivação do empareamento entre **ASx** e **ASy** é o compartilhamento entre si, dos recursos e facilidades dos **ASj** e **ASk**. Para que isto aconteça, as seguintes ações precisam acontecer:

- O BGP do **ASx** deve informar para o BGP do **ASy** que o bloco 192.168.1.0/24 está sob sua coordenação (ou governança). Diz-se que **ASx anuncia** para **ASy** o bloco 192.168.1.0/24.
- Da mesma maneira, o **ASy anuncia** para **ASx** o bloco 192.168.2.0/24.
- Ambos os BGPs dos **ASx** e **ASy** devem impedir o anúncio dos blocos 192.168.1.0/24 e 192.168.2.0/24, para a Internet.

Assim procedendo, a conexão dos dois ASes, com seus respectivos objetivos torna-se operacional!

¹⁰O bloco IP 192.168.1.0/24 é, pelos documentos do IETF, um bloco privativo e não pode ser difundido para fora de um domínio de rede fechado. Se, entretanto, este bloco estiver dentro do **ASx** ou restrito ao transporte com **ASy** estaremos respeitando as restrições técnicas [Rekhter et al. 1996]

2.2.4. Superando Limitações: O IETF e o esgotamento do IPv4

O esgotamento do IPv4 associado ao protocolo IPv4 era esperado e como sempre, muito antes disto acontecer, o IETF avaliou as alternativas e criou o IPv6 [Postel 1981a] [Hinden and Deering 2006].

Antes da disponibilidade dos protocolos IPv6, a Internet só existia com o IPv4, como mostra a Figura 2.9.

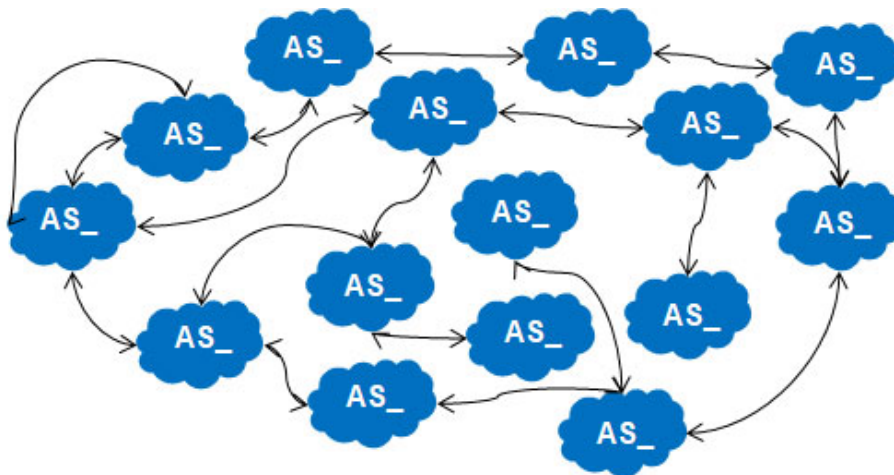


Figura 2.9. A Internet IPv4

Liberado pelo o IETF, era possível imaginar uma outra Internet, a somente IPv6. Em algum momento no futuro, uma organização que irá implementar recursos da Internet pela primeira vez somente terá acesso ao IPv6. Em muitos países isto já está ocorrendo. A Figura 2.9 ilustra uma Internet somente IPv6.

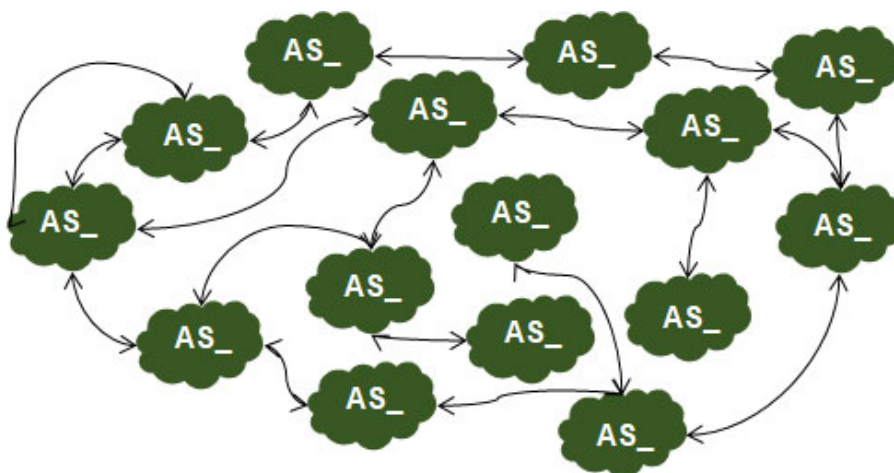


Figura 2.10. A Internet IPv6

A Internet implementada sob os protocolos do IPv4, não conseguem falar com a Internet implementada sob os protocolos IPv6.

A possibilidade de termos uma implementação da Internet como a da figura anterior, está cada vez mais factível. O IETF já sabendo da incompatibilidade preparou protocolos adicionais que foram chamados de protocolos de transição do IPv4 para o IPv6. Imaginava-se que a muito longo prazo somente teríamos a Internet IPv6.

A convivência do IPv4 com o IPv6 tornou-se possível com a implementação do protocolo de **pilha dupla**, como mostra a Figura 2.11.

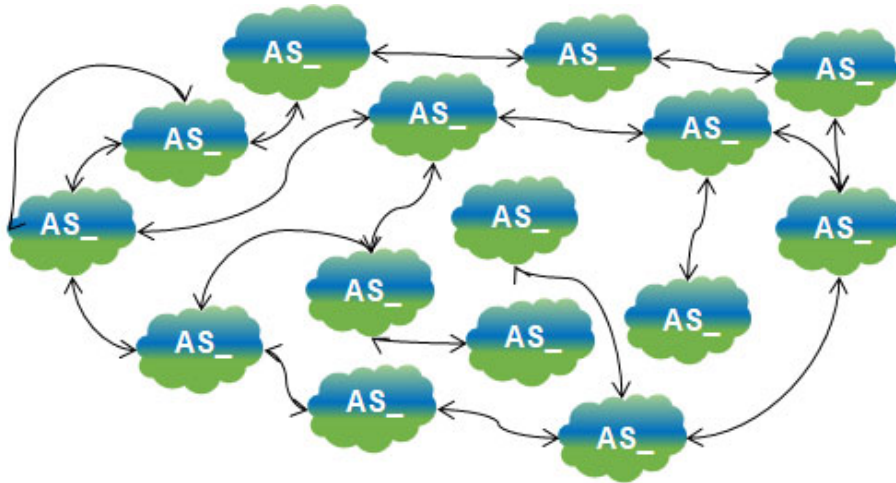


Figura 2.11. A Internet em pilha dupla

Vale lembrar que a pilha dupla exigia a disponibilidade tanto do IPv4 quanto do IPv6. Esta implementação era a ideal e resolvia todos os problemas, pois eliminaria a necessidade de duas Internet. Mas, o problema continuava. Em breve teríamos implementações de somente IPv6 e alguma solução de compatibilidade deveria ser disponibilizada. Foi o que o IETF fez. Criou os protocolos chamados de "técnicas de tradução" tornando possível que uma Internet somente em IPv4 falasse com uma Internet IPv6.

Assim, o prodígio do IETF eliminou as dificuldades e impossibilidades de interconexão entre os diferentes tipos de implementação da Internet. A Figura 2.12 exhibe a organização da proposta do IETF.

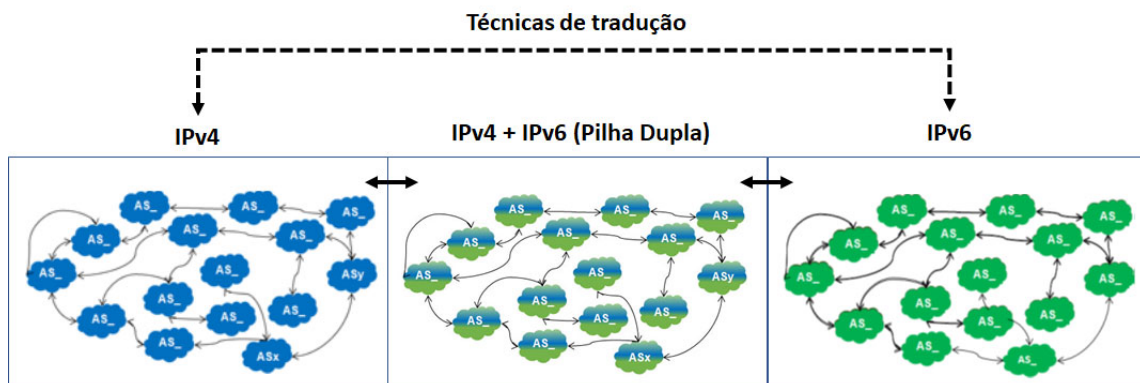


Figura 2.12. A convivência dos vários tipos de Internet

2.3. A Internet e seus *stakeholders*: uma sopa de letrinhas

Aqui ou em qualquer lugar na Internet, em livros e documentos aparecerão acrônimos e abreviações que algumas vezes trará uma certa dificuldade de leitura. A tabela abaixo, adaptada de Hoffman [Braga et al. 2014] e do Glossário do IETF, ajudará a torná-los mais conhecidos. Uma tradução livre, do significado em português foi adicionada, para facilitar a compreensão.

As referências, básicas, não se esgotam na indicação abaixo, pelo contrário. A quantidade de informações é imensa!

Sigla	Inglês	Português
AD	Area Director	Diretor de Área. Cada área (dividida em WGs) possui uma AD com um ou mais membros. O AD é responsável pela orientação / gerenciamento dos respectivos WGs. Os membros de cada AD podem ser vistos em https://datatracker.ietf.org/wg/ . Caracterização: http://www.ietf.org/iesg/statement/ad-sponsoring-docs.html
BCP	Best Current Practice	Melhores práticas. Caracterização: http://www.apps.ietf.org/rfc/bcplist.html .
BoF	Birds of a Feather	Grupo de debate informal. Geralmente precede a formação de um WG. Um BOF pode ser convocado para debates sobre uma questão que, eventualmente, não será transformada em um WG. Caracterização: http://trac.tools.ietf.org/bof/trac/ .
FAQ	Frequently Asked Question(s)	Perguntas mais frequentes
FYI	For Your Information	Para sua informação. Caracterização: http://www.apps.ietf.org/rfc/fyilist.html .
IAB	Internet Architecture Board	Conselho de arquitetura da Internet. Na criação de WGs, o IAB recomenda ou “aconselha”, a respeito. Caracterização: http://www.iab.org/ . Ref.: [Galvin 2004]
IAD	IETF Administrative Director	Diretor administrativo do IETF. Caracterização: http://www.ietf.org/secretariat.html .
IANA	Internet Assigned Numbers Authority	Autoridade para atribuição de números da Internet. Caracterização: http://www.ietf.org/iana.html .
IAOC	IETF Administrative Oversight Committee	Comitê administrativo de supervisão do IETF. Caracterização: http://iaoc.ietf.org/ .
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers	Corporação da Internet para atribuição de nomes e números. Caracterização: http://www.icann.org/ .

I-D	Internet Draft	Esboço da Internet. São os documentos de trabalho do IETF, de suas áreas, e de seus grupos. Durante o desenvolvimento de uma especificação, versões preliminares do documento estarão disponíveis no diretório de I-Ds do IETF, para revisão informal e comentários. Isso faz com que um documento de trabalho esteja disponível a um público amplo facilitando o processo de avaliação, revisão e, conseqüentemente, de evolução. No diretórios estão os I-Ds atuais e passados. Caracterização: http://www.rfc-editor.org/idsearch.html .
IEPG	Internet Engineering and Planning Group	Grupo de Engenharia e Planejamento da Internet. É um encontro informal que se reúne no domingo, antes das reuniões da IETF em que são abordados temas de relevância operacional, além de avaliar outros temas, que despertam interesse, no momento. Caracterização: http://www.iepg.org/ . Ref: [Bradner 1994]
IESG	Internet Engineering Steering Group	Grupo de direção de engenharia da Internet. O IESG é responsável pelo gerenciamento técnico das atividades do IETF e do processo de desenvolvimento de padrões. Como parte da ISOC o IESG administra os processos de acordo com as regras e procedimentos ratificados pelos membros da administração superior da ISOC. O IESG é diretamente responsável pelas ações associadas ao acompanhamento do movimento dos padrões, incluindo a aprovação final das especificações. Caracterização: http://www.ietf.org/iesg/index.html . Ref: [Bradner 1994].
IETF	Internet Engineering Task Force	Força de tarefas de engenharia da Internet. Caracterização: http://www.ietf.org/ .
IPR	Intellectual Property Rights	Direitos de propriedade intelectual. Caracterização: http://irtf.org/ipr .
IRSG	Internet Research Steering Group	Grupo de orientação de pesquisa da Internet. Caracterização: http://irtf.org/irsg .
IRTF	Internet Research Task Force	Força tarefa de pesquisa da Internet. A missão da IRTF é promover investigação de importância para a evolução da Internet do futuro, criando focos, grupos de pesquisa de longo e curto prazos, que trabalham em temas relacionados aos protocolos de Internet, aplicações, arquitetura e tecnologia. Caracterização: http://irtf.org/ . Ref.: [Weinrib and Postel 1996]

ISOC	Internet Society	Internet Society. É uma associação sem fins lucrativos, criada em 1992, com atuação internacional, que tem por objetivo promover liderança no desenvolvimento dos padrões Internet, bem como fomentar iniciativas educacionais e políticas públicas ligadas à rede mundial entre computadores. O escritório brasileiro da ISOC possui diversas informações adicionais, entre as quais, os estatutos e formas de associação. Caracterização: http://www.internet-society.org/ . Ref.: Escritório Brasileiro -> http://www.isoc.org.br/ .
NomCom	Nominating Committee	Comitê de nomeação. Seu objetivo é analisar cada posição (cargo) em aberto no IESG, IAB e IAOC e nomear respectivos candidatos. Ele é composto de pelo menos um coordenador (“chair”), nomeado pelo Presidente da ISOC, 10 voluntários votantes, 2 a 3 membros de contatos (“liaisons”), e um assessor. O presidente do NomCom é apontado entre as primeira e segunda reuniões do ano, e um novo NomCom começa oficialmente o seu trabalho. Associar-se à ISOC é o primeiro passo para participar, efetivamente, do IETF, muito embora não seja mandatório. Caracterização: https://www.ietf.org/nomcom/ . Ref.: [Eastlake 2004]
RFC	Request for Comments	RFC. Caracterização: http://www.rfc-editor.org/rfc.html .
STD	Standard (RFC)	Padrão (RFC). Caracterização: http://www.apps.ietf.org/rfc/stdlist.html .
W3C	World Wide Web Consortium	Consórcio do WWW. Caracterização: http://www.w3.org/ .
WG	Working Group	Grupo de trabalho. É onde tudo começa no IETF. WGs são o mecanismos primários para o desenvolvimento de especificações do IETF e diretrizes, muitas das quais se destinam a ser os padrões ou recomendações. WGs são tipicamente criados para resolver um problema específico ou para a produção de um ou mais resultados específicos (uma diretriz, especificação de normas, etc.). Um WG possui uma existência temporária e é mantido o histórico dos WGs concluídos aqui. Em 05/01/2013 haviam 126 WGs ativos: https://datatracker.ietf.org/wg/ . Caracterização: http://www.ietf.org/wg/ .
WGLC	Working Group Last Call	Grupo de Trabalho Última Chamada. É uma última chamada dentro de um WG (realizada na lista), antes de um documento ser enviado ao IESG para consideração. Caracterização: http://www.ietf.org/wg/ .

2.4. O que é o IETF?

Diversas entidades de padronização buscam definir e estabelecer padrões para que a Internet funcione de forma eficiente. Podemos citar, por exemplo, entidades como o IEEE¹¹, o ITU-T¹² e o IETF. Nesse cenário, o IETF possui um papel de destaque em relação ao demais devido ao grande número de protocolos produzidos e que de fato são adotados na Internet.

De forma objetiva, podemos definir o IETF como uma comunidade internacional aberta que busca melhorar o funcionamento da Internet. Atua como um grupo independente sem fins lucrativos, auto organizado, dividido em grupos de trabalho (*Working Groups* - WGs) agrupados por áreas com participação de grandes fabricantes de dispositivos de telecomunicação, provedores de serviço de Internet (ISPs), membros do governo, professores, estudantes e qualquer outra pessoa interessada em participar de suas discussões. No entanto, é natural que grandes empresas possuam representatividade expressiva, pois estão diretamente interessadas no processo de criação e adoção de novos protocolos e tecnologias para a Internet. Assim, ao participar de discussões é possível encontrar facilmente algum membro de empresas como, por exemplo, Huawei¹³, Cisco¹⁴, IBM¹⁵, Microsoft⁴ e Google¹⁶. Não por coincidência, são empresas responsáveis por uma grande produção de documentos no IETF (Figura 2.13).

Em sentido oposto, comparando a indústria com a academia, há ainda pouco envolvimento da comunidade acadêmica pelas discussões que ocorrem no IETF, o que é uma inversão quando comparado com o seu surgimento, onde tínhamos a comunidade do IETF formada principalmente por pesquisadores (FALK, 2005). Uma das possíveis explicações para tal comportamento é o baixo reconhecimento da comunidade acadêmica para padrões produzidos no IETF quando comparado com o valor dado a artigos publicados em periódicos e conferências. É importante destacar que muitos protocolos oriundos do IETF são a base do funcionamento da Internet como, por exemplo, os protocolos *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP - [RFC 2616]) (FIELDING e colab., 1999), *Transmission Control Protocol* (TCP - [RFC 793]) (POSTEL, 1981b) e *Internet Protocol* (IP - [RFC 791]) (POSTEL, 1981a). Democráticamente os membros da comunidade analisam os protocolos propostos para definir se serão realmente aceitos como padrões através de um consenso da maioria. Falando em números, o IETF já produziu mais de 8 mil *Request For Comments* (RFCs) que, de forma simplificada, pode ser interpretado como um padrão.

Pode-se afirmar que dentro do IETF busca-se resolver problemas e propor soluções em um curto intervalo de tempo, norteando o funcionamento atual da Internet. Nesse

¹¹<https://www.ieee.org/>

¹²<http://www.itu.int>

¹³<https://www.huawei.com/br>

¹⁴<https://www.cisco.com>

¹⁵<https://www.ibm.com>

⁴<https://www.microsoft.com/pt-br>

¹⁶<https://www.google.com/br>

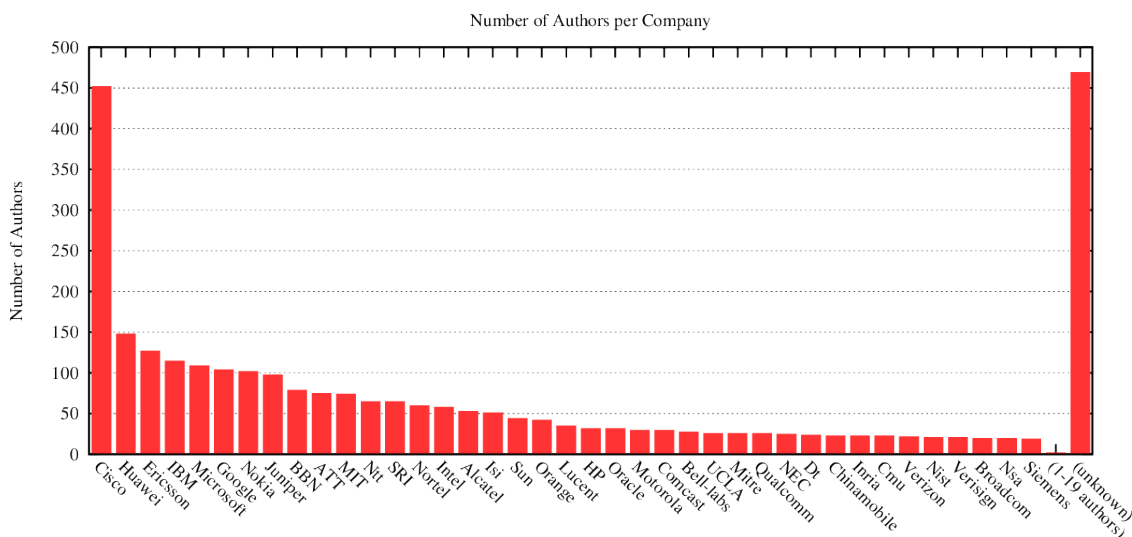


Figura 2.13. Distribuição de RFCs por companhias (<https://www.arkko.com/tools/rfcstats/companydistr.html>)

contexto, há uma famosa frase de David Clark sobre o seu funcionamento: “We reject kings, presidents and voting. We believe in: rough consensus and running code.”.

Em outras palavras, qualquer um pode propor algo dentro do IETF, opinar e criticar, desde que argumente e saiba expor tecnicamente seu ponto de vista. A partir daí a comunidade de forma democrática, através de voto e consenso aproximado opta por continuar discutindo e melhorando determinados documentos que futuramente podem vir a se tornarem um padrão largamente adotado. Por outro lado, caso a comunidade entenda que um tema ou documento não é mais relevante, simplesmente eles deixam a pilha de discussão da comunidade. Assim, basta ter apenas um e-mail, conseguir comunicar-se em inglês, ter um pouco de dedicação e acesso a Internet para participar ativamente das discussões sobre protocolos e diretrizes para o funcionamento da Internet.

Assim, de acordo com o documento a BCP 3935 (Documentos de Melhores Práticas) (ALVESTRAND, 2004), a missão do IETF é definida como:

“The mission of the IETF is to produce high quality, relevant technical and engineering documents that influence the way people design, use, and manage the Internet in such a way as to make the Internet work better. These documents include protocol standards, best current practices, and informational documents of various kinds.”

Segundo a RFC 3935, podemos sumarizar cinco princípios que são os pilares do IETF:

- **Competência Técnica:** Os documentos produzidos pelo IETF são escritos por pessoas com competência técnica para discutir sobre o que é proposto, seja dentro da comunidade ou fora dela. Assim, espera-se que todos os padrões propostos respeitem critérios de qualidade para seu devido funcionamento.

- **Núcleo de Voluntários:** Os participantes do IETF contribuem porque acreditam na missão de fazer a Internet melhor de forma voluntária.
- **Consenso Aproximado e Código Rodando:** Preferencialmente, deve-se ter algum código minimamente executável para comprovar a ideia que está sendo proposta.
- **Propriedade do Protocolo:** Todo protocolo oriundo do IETF fica sob a responsabilidade de sua comunidade e deve ser público. Logo, eventuais problemas e correções são de responsabilidade da própria comunidade.
- **Processo Aberto:** Qualquer pessoa interessada pode participar das discussões, propor ajustes ou novos documentos que norteiem o funcionamento da Internet através das listas de e-mail produzindo padrões abertos.

O desenvolvimento de padrões abertos proporcionam competitividade no mercado e um maior grau de interoperabilidade, dado que qualquer fabricante pode implementar o mesmo protocolo seguindo as diretrizes definidas em um documento público. Um exemplo, é o caso de pontos de acesso, onde diferentes fabricantes produzem equipamentos que se comunicam com outros dispositivos utilizando protocolos como o Internet Protocol (IP), Wi-Fi (802.11x) e o *Transmission Control Protocol* (TCP).

2.4.1. Uma visão do IETF e IRTF

O IETF não é responsável por gerenciar a Internet. A comunidade apenas propõe padrões que podem vir a serem adotados dentro do IETF. Mesmo com adoção dentro da comunidade, nada garante que um padrão será adotado de fato na Internet. Entenda comunidade como um conjunto de pessoas que fazem parte de uma lista de discussão de um grupo de trabalho. Eventualmente, essas pessoas podem se encontrar presencialmente ou mesmo nunca se verem em vida.

Não há nenhum tipo de registro ou associação para fazer parte da comunidade do IETF. Há realmente apenas uma lista de e-mails organizada por áreas e grupos de trabalho. Não há uma formalização, pagamento de taxas ou qualquer comprovação de membro do IETF. Você simplesmente contribui ou não para a comunidade num ambiente democrático e totalmente público. Se algo que está sendo proposto fizer sentido, a comunidade adotará a contribuição através de documentos norteadores que ficam disponíveis em seu site.

Além das discussões por e-mail os membros do IETF se reúnem em reuniões presenciais para continuar ou iniciar uma nova discussão. A primeira reunião do IETF aconteceu no ano de 1986 em San Diego (USA). Atualmente o IETF se encaminha para reunião de número 108, prevista para acontecer em Madri, Espanha. É possível visualizar o agendamento das próximas reuniões presenciais através do link <https://www.ietf.org/how/meetings/upcoming/>. Uma das dificuldades para participação presencial é o seu alto custo, dado que as reuniões acontecem geralmente na América do Norte, Europa e Ásia. Além dos custos de viagem, o custo da inscrição pode chegar a mil dólares¹⁷ para profissionais. No entanto, nos últimos anos as reuniões presenciais vem sendo transmitidas de forma gratuita em tempo real. Todos os materiais, inclusive os slides apresentados, ficam

¹⁷<https://www.ietf.org/how/meetings/registration-types/>

disponíveis online no site do IETF. Assim, todas as discussões são públicas (agendas de reuniões, e-mails, propostas de padrões, padrões adotados, etc), qualquer um pode fazer sugestões e críticas.

De forma simples, pode-se resumir o trabalho do IETF em grupos de trabalhos (WGs), Grupos de Pesquisa (RGs) e documentos gerados por cada grupo (Figura 2.14). Nesse contexto, o *Internet Architecture Board* (IAB) possui o papel de prover uma direção técnica para o desenvolvimento da Internet através da análise das atividades desenvolvidas em WGs e RGs, como a criação ou término de um determinado grupo de trabalho, definição de seus objetivos e validação da consistência arquitetural de uma proposta.

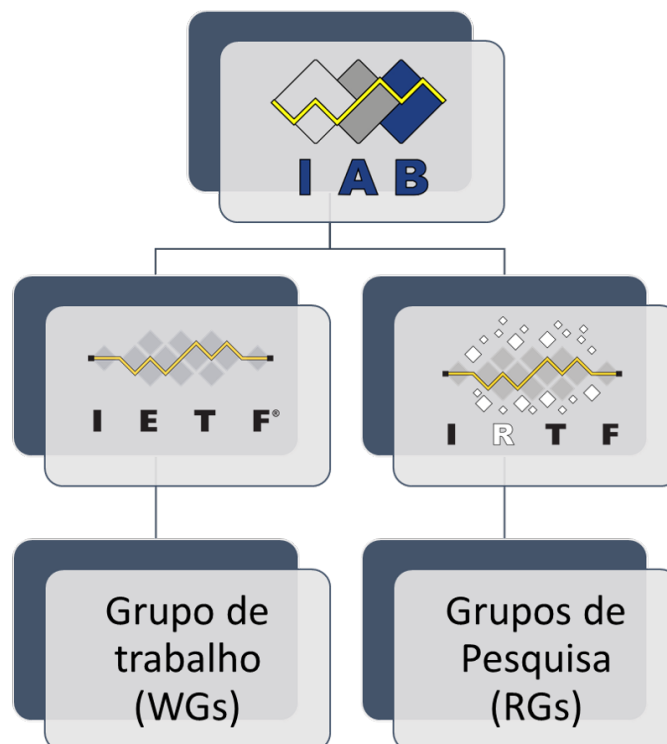


Figura 2.14. Relação entre IAB, IETF e IRTF

Para uma maior organização, existem sete áreas de atuação dentro do IETF (Tabela 2.3). Cada grupo de Trabalho (WG) ou Grupo de pesquisa (RG) deve estar vinculado a uma única área. O ideal é escolher uma área que se tenha maior afinidade e buscar entender, acompanhar e contribuir com os grupos de trabalhos dentro desta área específica. É comum estar envolvido em grupos que pertencem a áreas distintas, mas acompanhar de forma consistente e contribuir com pouco mais de 4 ou 5 grupos de trabalho é uma tarefa árdua.

2.4.2. Grupos de Trabalhos (*Working Groups* - WGs)

Os Grupos de Trabalho (WGs) atacam problemas que precisam ser resolvidos de curto a médio prazo. Cada WG possui uma descrição clara (*charter*) de seus objetivos, o problema a ser atacado, bem como todos os documentos desenvolvidos pelo grupo.

A intenção de termos grupos de trabalho é poder unir de forma coesa uma equipe

Tabela 2.3. Áreas, abreviações e descrição. Adaptado de [Braga et al. 2014]

Área	Descrição
Applications and Real-Time Area (art)	Protocolos vistos por programas de usuários tais como e-mail e web. Comunicações interpessoais sensíveis a atraso.
General Area (gen)	Processo do IETF e genérico para grupos de trabalho que não se encaixam em nenhuma das categorias disponíveis (que são poucos).
Internet Area (int)	As diferentes maneiras de mover pacotes IP e informações de DNS.
Operations and Management Area (ops)	Aspectos operacionais, monitoramento de rede e configuração.
Routing Area (rtg)	Roteamento de pacotes para o seu destino.
Security Area (sec)	Autenticação e privacidade.
Transport Area (tsv)	Serviços especiais para pacotes especiais.

de voluntários para atacar um problema específico de forma técnica e profunda. Por isso, um dos lemas do IETF é ter além da ideia, código rodando. Frequentemente, o que se discute são detalhes técnicos de implementação, questões arquiteturais e interoperabilidade e o desempenho dos padrões propostos. Para iniciar uma discussão em um grupo, basta enviar um e-mail para lista ou escrever um rascunho (*draft*) de uma proposta e enviá-la para discussão. Após rodadas de discussão, esse rascunho pode vir a torna-se um padrão adotado pela comunidade e receber o título de RFC (*Request For Comments*) ou simplesmente parar de ser discutido e expirar. Transparentemente, todo esse processo também é público. É possível verificar no site do IETF quando um draft foi enviado, suas atualizações, críticas e melhorias até o momento em que torna-se uma RFC.

Como introduzido anteriormente, os grupos de trabalho são organizados em áreas. Nesse ponto, cabe enfatizar que existe um comitê chamado *Internet Engineering Steering Group* (IESG) que é formado por Diretores de Área (ADs) que são eleitos por dois anos pela própria comunidade¹⁸. Na Figura 2.15 podemos observar que a área com maior quantidade de WGs é a de Aplicações e tempo real.

Assim, cada área possui ao menos um diretor e dentro de cada área existem os grupos de trabalho. Por fim, cada grupo de trabalho possui ainda um coordenador. Essa estrutura é essencial para que haja de forma organizada um trabalho que gere alguma contribuição técnica relevante (Figura 2.16).

É praticamente impossível acompanhar vários grupos de trabalhos ao mesmo tempo, pois as discussões são técnicas e focadas na resolução de problemas específicos de cada grupo de trabalho. Os grupos de trabalho discutem desde técnicas e métricas de desempenho, *Benchmarking Methodology Working Group* (BMWG) a considerações sobre os direitos humanos na rede, *Human Rights Protocol Considerations*. Atualmente existem mais de 110 grupos de trabalho¹⁹ no IETF e 14 grupos de pesquisa²⁰ no IRTF. A BCP25 [Bradner 1998] define as diretrizes e funcionamento dos WGs.

¹⁸Lista atual de membros: <https://www.ietf.org/about/groups/iesg/members/>

¹⁹<https://datatracker.ietf.org/wg/>

²⁰<https://irtf.org/groups>

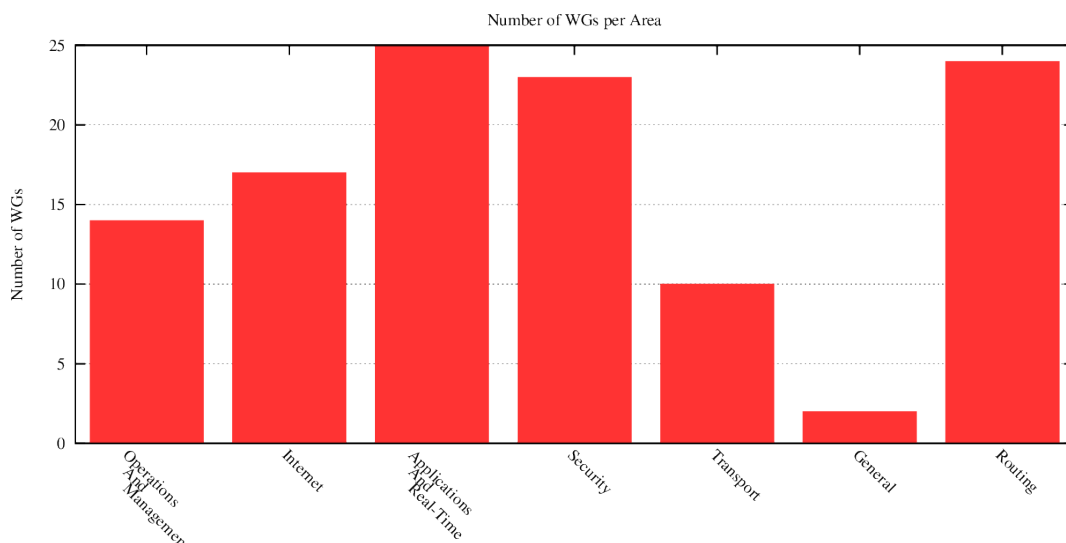


Figura 2.15. Distribuição de WGs por Área (fonte: <https://www.arkko.com/tools/allstats/areawgdistr.html>)

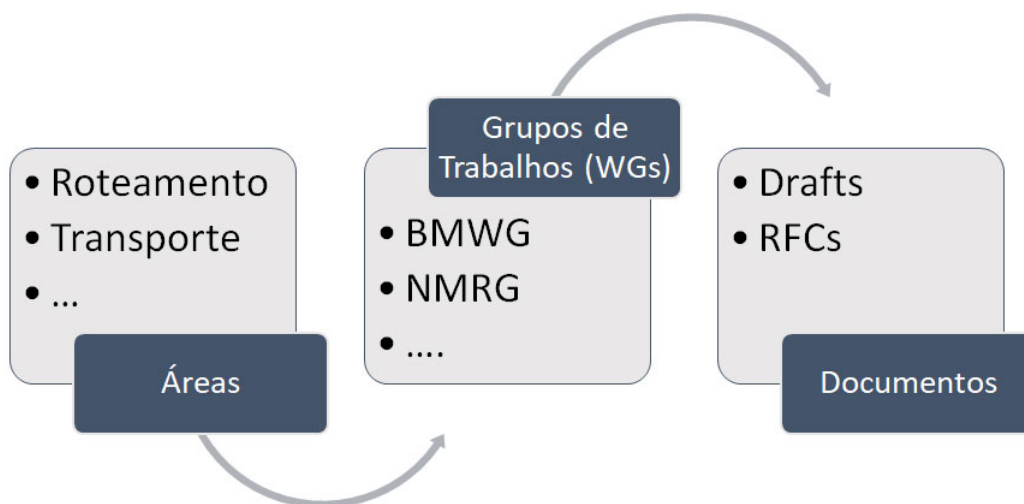


Figura 2.16. Relação entre área, grupos de trabalho e documentos (Drafts e RFCs)

2.4.3. Grupos de Pesquisa (*Research Groups - RGs*)

Como já dito anteriormente, o IETF foca em resolver problemas e propor soluções em um curto intervalo de tempo, norteando o funcionamento atual da Internet. Por outro lado, também é necessário um esforço para antever a necessidade de padrões que deem suporte a novas tecnologias ou paradigmas. Para isto, foi criado a Força de trabalho de Pesquisa da Internet (IRTF - *Internet Research Task Force*²¹). O papel do IRTF é discutir

²¹<https://irtf.org/>

problemas acadêmicos que ainda não estão maduros para serem trabalhos dentro do IETF. Os problemas atacados são classificados como problemas de pesquisa de longa duração, onde, geralmente, pesquisadores de forma independente apresentam seus resultados parciais dentro de grupo de pesquisa específicos (*Research Groups* - RGs).

A gerência do IRTF fica a cargo do *Internet Research Steering Group*²² (IRSG) que é formado basicamente pelos diretores de cada grupo de pesquisa. Atualmente há 14 grupos de pesquisas (RGs):

- Crypto Forum Research Group (CFRG)
- Computation in the Network Research Group (COINRG)
- Decentralized Internet Infrastructure Research Group (DINRG)
- Global Access to the Internet for All Research Group (GAIA)
- Human Rights Protocol Considerations Research Group (HRPC)
- Internet Congestion Control Research Group (ICCRG)
- Information-Centric Networking Research Group (ICNRG)
- Measurement and Analysis for Protocols Research Group (MAPRG)
- Network Management Research Group (NMRG)
- NetWork Coding for Efficient Network Communications Research Group (NW-CRG)
- Path Aware Networking Research Group (PANRG)
- Privacy Enhancements and Assessments Research Group (PEARG)
- Quantum Internet Research Group (QIRG)
- Thing-to-Thing Research Group (T2TRG)

Para alguém vindo da academia, o IRTF se assemelha bastante a uma conferência. Sendo mais confortável acompanhar as discussões justamente por muitas vezes discutirem artigos publicados em conferências. A comunidade então decidiu organizar em 2016 um workshop que acontece uma vez ao ano na mesma semana da reunião presencial do IETF/IRTF intitulado *Applied Networking Research Workshop*²³ (ANRW), tendo já quatro edições realizadas.

De forma semelhante a um grupo de trabalho (WG), há a definição do problema, objetivos e metas de cada grupo de pesquisa (RG). Um grupo de pesquisa pode surgir e morrer em pouco anos, o que dita a sua sobrevivência é a participação da comunidade de forma ativa no grupo e o potencial de contribuição. Um exemplo interessante ocorreu

²²<https://irtf.org/irsg>

²³<https://irtf.org/anrw/>

com o *SDN Research Group* que surgiu em 2012. Durante as reuniões presenciais as salas eram sempre lotadas com aproximadamente 100 participantes (o que é bastante para um RG). Diversos pesquisadores de forma aleatória apresentavam resultados acadêmicos sobre algum trabalho que vinham desenvolvendo, mas de maneira descoordenada e sem uma discussão prévia por meio da lista de e-mail do grupo. Como resultado, o grupo acabou com apenas uma RFC e foi encerrado em 2017, durando pouco mais de 4 anos. A duração de um grupo de trabalho ou pesquisa não necessariamente tem uma correlação com seu sucesso, por vezes, o encerramento do grupo indica que o trabalho foi concluído com sucesso e o grupo cumpriu seu objetivo.

2.4.4. IETF e a relação com a Internet Society (ISOC)

A Internet Society (ISOC) é a entidade formal que apoia administrativamente o IETF, o IAB e o IETF. Tem funcionado desde a origem dos encontros do IETF e esta relação é fortalecida pelo fato de que é parte da missão²⁴ da ISOC o apoio ao desenvolvimento dos padrões abertos construindo e apoiando as comunidades que fazem a Internet funcionar [Haberman et al. 2020, Camarillo and Livingood 2020].

2.4.5. Como colaborar com a comunidade do IETF/IRTF?

Colaborar com a comunidade da IETF/IRTF parece algo distante para boa parte da comunidade que atua na área de redes de computadores. Muitas são as dúvidas sobre como colaborar efetivamente na geração de padrões que norteiam ou podem vir a nortear o funcionamento da Internet.

Embora seja relativamente simples iniciar ou se envolver em uma discussão no IETF, há diversas barreiras que precisam ser superadas para uma efetiva contribuição. Há várias normas que precisam ser seguidas para escrita de documentos e uma ênfase na implementação de soluções (código rodando). Temos um ambiente consideravelmente distinto do meio acadêmico (conferências, workshops e congressos), onde há a participação massiva de representantes da indústria com discussões constantes através de listas de e-mail abertas e reuniões presenciais para debate/melhorias de padrões.

Os participantes do IETF reúnem-se três vezes ao ano para complementar o que foi discutido nas listas de e-mails entre seus integrantes e apresentações de melhorias. As reuniões acontecem na América do Norte, Europa, Ásia e raramente na América do Sul, tendo duração de uma semana. As reuniões são pagas por serem em locais distantes havendo a preocupação de estadia e passagens aos participantes interessados em estar na reunião presencialmente, apesar disso, a participação remota nos grupos de trabalhos é gratuita. Por fim, são oferecidas ajuda de custo para os que queiram estar nas reuniões presenciais (<https://www.internetsociety.org/leadership/fellowship-to-ietf/>), havendo também a participação remota (via videoconferência) em tempo real no local da realização da reunião.

Para participar de forma remota das reuniões presenciais, deve-se seguir os seguintes passos:

- Realizar o registro através do site <https://www.ietf.org/how/meetings/register/>

²⁴<https://www.internetsociety.org/mission/>

- Verificar na agenda (<https://datatracker.ietf.org/meeting/agenda/>) o que pretende-se acompanhar
- Acessar o link da transmissão em tempo-real de um dado grupo através do Meetecho <https://www.meetecho.com/>
- Participar como ouvinte e fazer perguntas via chat

Iniciativas no Brasil como o Workshop Pré-IETF²⁵ (WPIETF) vem tentando disseminar desde 2014 o espírito do IETF no Brasil e na América Latina. É possível enviar trabalhos em português e receber apoio da organização para futuramente apresentá-los de fato no IETF/IRTF.

2.5. *Internet-Drafts* e *Request for Comments* (RFCs): Tipos, formatos e dicas de elaboração

A principal forma de contribuir para o IETF/IRTF é através da produção de *Internet Drafts* (I-D) e *Request for Comments* (RFCs). Tais documentos são o reflexo das atividades desenvolvidas pelos membros que compõe um grupo de trabalho ou contribuições individuais. Toda RFC começou com um I-D até torna-se uma RFC após um período de discussão até se chegar em um consenso (Figura 2.17). Um I-D não deve ser considerado como uma especificação, pois estão sob avaliação e podem ser removidos a qualquer momento, por isso, deve-se evitar referenciá-los em artigos científicos.

Ao decidir escrever um I-D deve-se ter em mente que é um processo longo e irá exigir tempo, dedicação, conhecimento e interação social. Diferente de um artigo científico, é preciso argumentar de forma constante através de discussões públicas as razões do porquê um I-D deve torna-se uma RFC. É comum a própria comunidade contribuir com melhorias, o objetivo não é rejeitar um determinado I-D, mas construir um conjunto de padrões que melhorem realmente o funcionamento da Internet. Após seguir as diretrizes adequadas de formatação, qualquer um pode escrever um I-D. Assim, o I-D não será rejeitado como um artigo científico, mas terá grandes chances de ser ignorado pela comunidade e ser arquivado após seu tempo de expiração. Para que isso não ocorra é aconselhável:

- Acompanhar as discussões do grupo que se mais se aproxima do I-D que se pretende escrever
- Iniciar uma prévia discussão sobre o conteúdo do I-D
- Escrever com um bom inglês
- Se possível, implementar e obter resultados que validem a proposta
- Ter uma ideia clara da ideia que você pretende que o IETF adote
- Usar a linguagem utilizada nos grupos de trabalho do IETF

²⁵<http://wpietf.sbc.org.br>

- Ser claro sobre as melhorias propostas
- Não submeter um I-D com seções vazias
- Evitar usar a frase *this will be described in a future revision*.
- Propor um documento completo, claro e objetivo

Nesse cenário, a forma mais rápida e efetiva de conseguir que um I-D se torne uma RFC é fazer com um grupo de trabalho adote, discuta e chegue num consenso sobre o que foi proposto.

Um dos RFCs mais importante, para entender RFCs, é o RFC2026 [Bradner 1996].

#	RFC	Título	Referência
1	RFC3667	IETF Rights in Contributions	[Bradner 2004a]
2	RFC3668	Intellectual Property Rights in IETF Technology	[Bradner 2004b]
3	RFC3932	The IESG and RFC Editor Documents: Procedures	[Alvestrand 2004]
4	RFC3978	IETF Rights in Contributions	[Bradner 2005a]
5	RFC3979	Intellectual Property Rights in IETF Technology	[Bradner 2005b]
6	RFC5378	Rights Contributors Provide to the IETF Trust	[Bradner and Contreras 2008]
7	RFC5657	Guidance on Interoperation and Implementation Reports for...	[Dusseault and Sparks 2009]
8	RFC5742	IESG Procedures for Handling of Independent and IRTF...	[Alvestrand and Housley 2009]
9	RFC6410	Reducing the Standards Track to Two Maturity Levels	[Housley et al. 2011]
10	RFC7100	RRetirement of the "Internet Official Protocol Standards" ...	[Resnick 2013]
11	RFC7127	Characterization of Proposed Standards	[Kolkman et al. 2014]
12	RFC7475	Increasing the Number of Area Directors in an IETF Area	[Dawkins 2015]
13	RFC8179	Intellectual Property Rights in IETF Technology	[Bradner and Contreras 2017]
14	RFC Errata	https://www.rfc-editor.org/errata/rfc2026	522–524, 586, 1622, 2007, 3014–3016, 2004

2.5.1. *Internet-Draft* x RFC: Etapas de padronização

Qualquer ser humano pode escrever um I-D, desde que o faça, em inglês e siga a formação recomendada, como discutido anteriormente. Entretanto, há algumas etapas bem definidas até um I-D virar uma RFC:

- Finalizar a escrita do documento e verificar a adequação das diretrizes através do link <https://tools.ietf.org/tools/idnits>;
- Realizar o envio do I-D pelo link <https://datatracker.ietf.org/submit/>;
- O draft é publicado e exposto por um período de 185 dias (que pode ser renovável) para que possa receber comentários;
- Após comentários, as devidas edições são realizadas. O documento pode ser editado diversas vezes, dependendo da quantidade de comentários que se recebe;
- Em geral, para que um I-D vire uma RFC, é necessário que um Diretor de Área (AD) solicite o encaminhamento para o *Internet Engineering Steering Group* (IESG);
- O AD faz sua própria análise e pode pedir alguns ajustes do I-D antes de enviar para o IESG.

As equipes de avaliação do IESG, são formadas pelos Security Area Directorate (secdir) e General Area Review Team (Gen-Art), que validam o I-D para que ele se torne uma RFC. Após esses processos, aguarda-se que o RFC Editor publique o draft como uma RFC. O RFC Editor cuida da publicação e o repositório de RFCs. O repositório das RFCs está no ambiente do RFC Editor, enquanto que o repositório de I-Ds está no ambiente dos Grupos de Trabalhos.

De acordo com a forma com o I-D é submetido podemos ter pequenas alterações no processo citado anteriormente.



Figura 2.17. Processo de discussão de um Draft para torna-se uma RFC

Inicialmente temos a produção do Internet Draft (rascunho ou trabalho em progresso) que é analisado e discutido de forma pública de forma colaborativa através das listas de e-mails e/ou nas reuniões presenciais. Um Draft pode seguir por três caminhos: (1) ter sua data de validade prorrogada para maiores discussões quantas vezes a comunidade achar necessário. (2) Expirar e morrer ou (3) Torna-se definitivamente uma RFC. As RFC não possuem data de expiração e possuem um número único. A RFC 2016 (BRADNER, Scott O, 1996) descreve os tipos de RFCs que podem ser desenvolvidas:

- Padrões propostos (Proposed standarts)
- Padrões da Internet (Internet standarts, algumas vezes, chamados de “full standarts”)
- Documentos de Melhores Práticas Recomendadas (BCP)
- Documentos Informativos (Informational documents)
- Documentos Experimentais (Experimental documents)
- Documentos Históricos (Historical documents)

Através do endereço datatracker.ietf.org é possível visualizar todos os Drafts ativos e realizar buscas. Já no endereço <http://www.watersprings.org/pub/id/> é possível acessar a lista de Drafts que expiraram e não viraram uma RFC.

Uma análise estatística mostra que a comunidade da América Latina ainda contribui de forma muito discreta com a produção de documentos para o IETF (Figura 2.18).

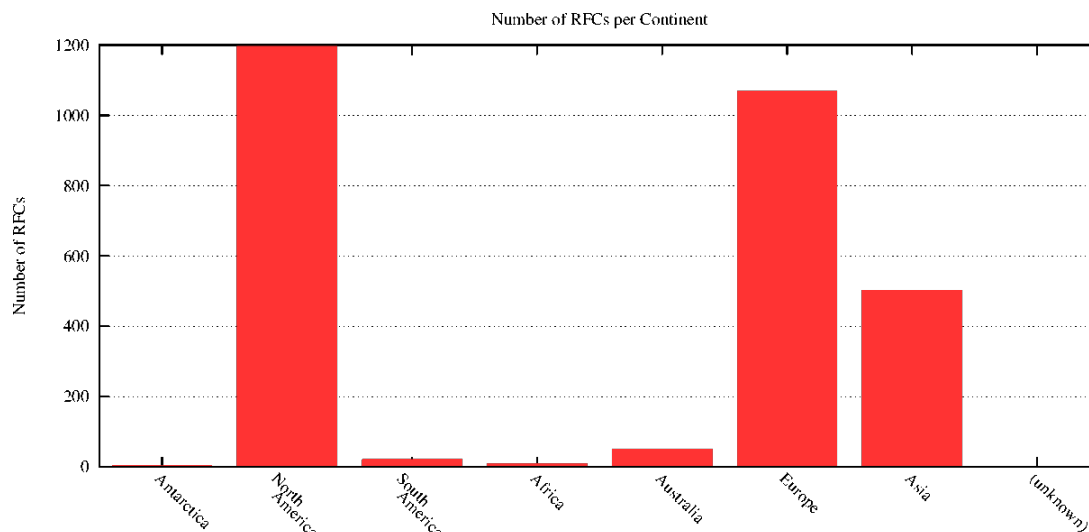


Figura 2.18. Contribuição de RFC por continente (fonte: <https://www.arkko.com/tools/regrfcstats/d-contdistr.html>)

As definições sobre Drafts e RFCs são guiadas pelo consenso da comunidade. Mesmo em listas de e-mails ou presencialmente, o que define se um draft será discutido ou se ele se tornará uma RFC é o fato de a comunidade achar que determinada discussão é relevante. Além disso, é importante que o documento apresente material suficiente para virar uma RFC após rodadas de discussões. Dentro da IETF vale o lema criado por David Clark: “We reject kings, presidents and voting. We believe in rough consensus and running code”

2.5.2. Classificações de RFCs

Um draft ou RFC pode pertencer a diversas categorias diferentes. Não há apenas a padronização de protocolos dentro da IETF, temos, por exemplo, a padronização de boas práticas ou a definição de nomenclatura relacionadas a tecnologias recentes como Redes Definidas por Software (SDN). Dessa forma, existem drafts e RFCs que podem ser classificados como: Standards Track, Informational, Experimental, Best Current Practice e Historic. Essa seção destaca os diferentes tipos de documentos que podem vir a serem adotados como uma RFC dentro do IETF.

2.6. Ferramentas para escrita de Internet-Drafts e RFCs

Existem dezenas de regras para a escrita e submissão de um draft e isso pode dificultar a contribuição de alguém que está aprendendo como o IETF funciona. Assim, devido ao grande número de regras de formatação, itens obrigatórios e uso apenas de caracteres ASCII, escrever um draft ou RFC pode não ser uma tarefa fácil. Nesta seção destacamos algumas dessas regras e explicamos como usar a ferramenta XML2RFC²⁶ para escrever um documento para o IETF ou IRTF.

²⁶<https://xml2rfc.tools.ietf.org/>

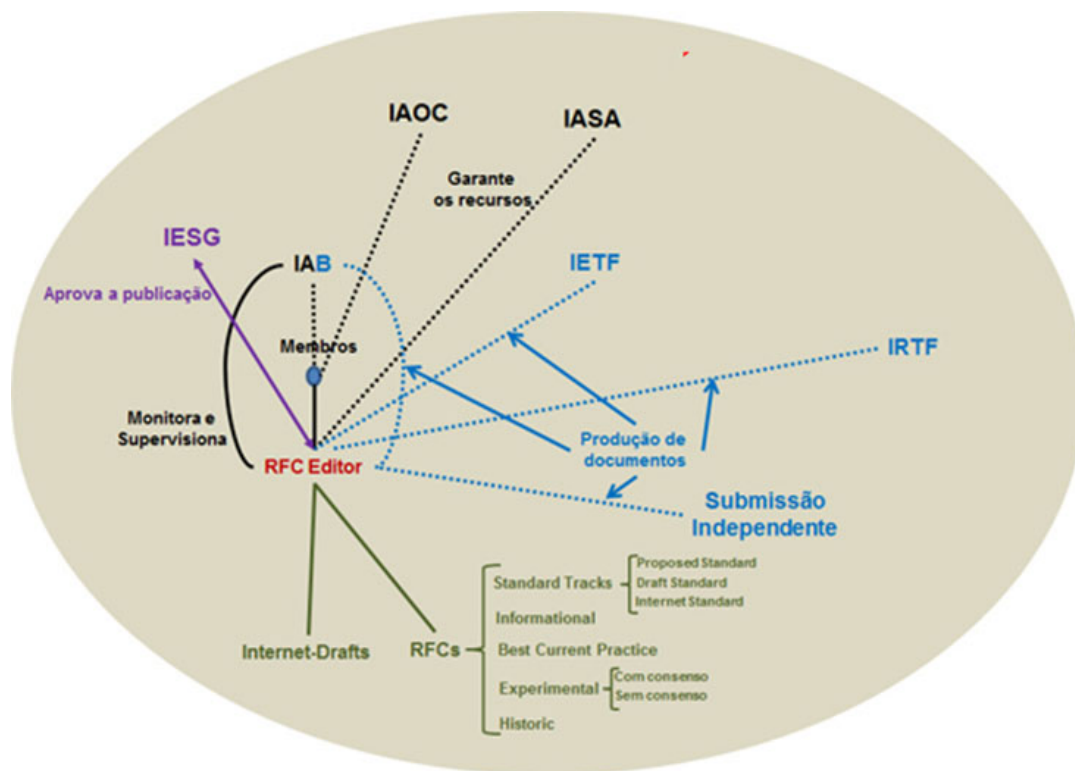


Figura 2.19. Cenário em torno do RFC Editor. Adaptado de [Braga 2013]

2.6.1. Regras de Formatação

Diferentemente de outros tipos de publicações científicas, uma RFC deve seguir um conjunto de regras de formatação [Flanagan and Brownlee 2013] com poucos recursos visuais e com algumas regras não muito usuais no meio acadêmico como:

- Um Draft/RFC deve ser escrito somente em texto ASCII
- Todo Draft deve incluir a data de expiração. Essa data deve ser de 185 dias a contar da data de submissão.
- Não é permitido o uso de figuras (a figura pode ser feita em texto ASCII, não em formatos como JPEG, BMP e GIF).
- O número de caracteres por linha não deve ultrapassar 72 caracteres
- O número de linhas por página não deve ultrapassar 58
- PostScript e PDF devem ser formatados para o tamanho do papel de 8,5x11 polegadas. Se for utilizado papel A4, uma não superior a 254 mm deve ser usada para evitar a impressão de páginas extras quando impressas em papel de 8,5x11.
- Não há diferença entre o formato de RFCs e I-Ds
- Não é permitido usar sublinhado ou notas de rodapé

- Não é permitido hifenização de uma palavra na margem direita
- O documento não deve se definir como I-D ou RFC

Essas são algumas das regras gerais para que a submissão de um documento seja aceito para apreciação dentro de algum grupo. As próximas subseções irão destacar como seguir alguns parâmetros definidos pela comunidade para elaboração do resumo, títulos, figuras e demais seções obrigatórias de acordo com as RFCs 2223, 6949 e 7841 [Postel and Reynolds 1997] [Flanagan and Brownlee 2013] [Halpern et al. 2016].

2.6.1.1. Título

O título de um Draft ou RFC deve seguir um formato autoexplicativo (Tabela 2.4). Onde:

- WG: é o acrônimo do grupo de trabalho. Ex: BMWG, RTGWG e OPSAWG.
- NAME: Título do Draft ou RFC
- Versão: Inicia com 00 e a cada nova versão do Draft é incrementado em 1. No caso a versão dois possui o número de versão 01. RFCs não possuem número de versão.
- O título fica limitado a um total de 50 caracteres

Tabela 2.4. Formato do título de um I-D e RFC

Drafts produzidos para Grupos de Trabalho (WGs)	draft-ietf-<wg>-<name>-<version number>.txt
Drafts produzidos para Grupos de Pesquisa (RGs)	draft-irtf-<rg>-<name>-<version number>.txt
Drafts produzidos individualmente	draft-<individual>-<name>-<version number>.txt
Internet Architecture Board (IAB), RFC Editor ou outra organização ligada ao IETF	draft-<org>-<name>-<version number>.txt

2.6.1.2. Seções obrigatórias e recomendadas

- Abstract: É obrigatório uma seção de resumo (abstract). Essa seção deve conter entre 5 e 10 linhas. Não há um consenso, mas o senso comum dentro da comunidade entende que 3 linhas é um número muito pequeno e 20 linhas é um exagero.
- Status of This Memo: “Status of This Memo” é mais uma seção obrigatória na escrita de um Draft. A sua primeira linha deve iniciar de acordo com o tipo do documento (Tabela 2.5). Em seguida, no segundo parágrafo deve-se explicitar a proposta do documento de acordo com a categoria.

- Table of Contents: Caso o documento exceda o número de 15 páginas é recomendável a criação de uma tabela com a descrição do conteúdo (sumário). Na prática, mesmo documentos inferiores a 15 páginas adicionam um sumário descrevendo a organização do documento.
- Security Considerations: É obrigatória a adição de uma seção sobre considerações de segurança (security considerations). Deve-se ter uma descrição das questões de segurança levantadas pela proposta, incluindo riscos e descrição de soluções ou soluções alternativas para os problemas encontrados. Mesmo que não haja nenhum problema de segurança, é necessária a inclusão desta seção.

2.6.1.3. Figuras

Criar diagramas e figuras é um desafio e ao mesmo tempo uma arte, pois devem ser feitas em código ASCII. A Figura 2.20 é um bom exemplo de como podemos utilizar o código ASCII para elaboração de figuras.

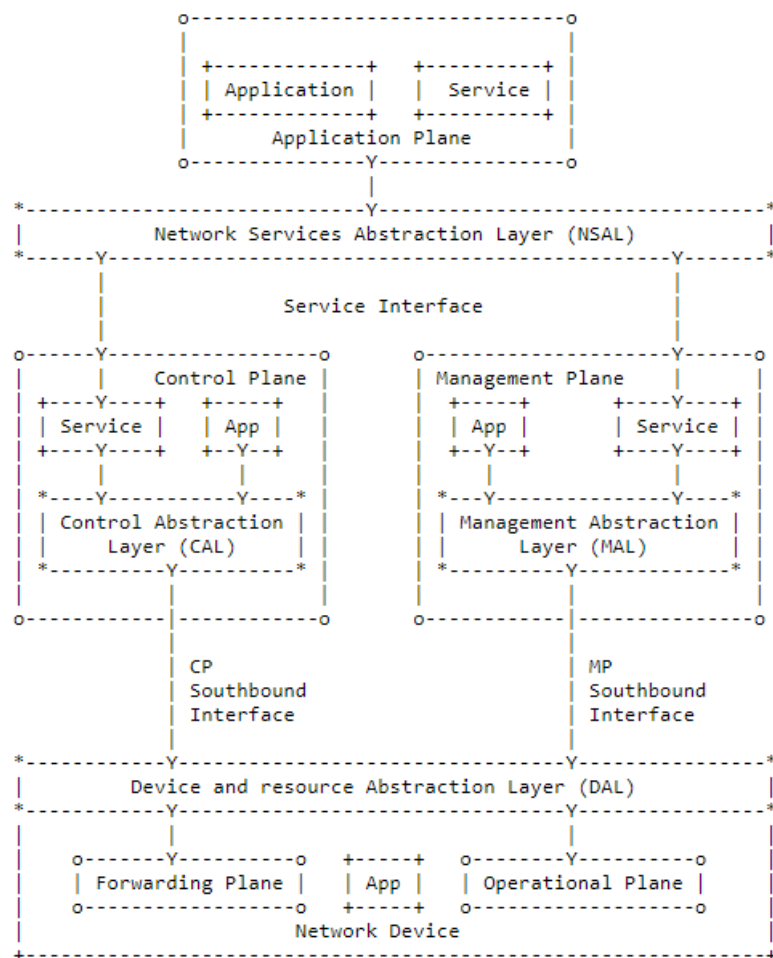


Figura 2.20. SDN Layer Architecture [RFC 7426] (HALEPLIDIS e colab., 2015)

Tabela 2.5. Construindo a seção “Status of This Memo”

Tipo	Início do Parágrafo (obrigatoriamente em inglês)
Standards Track	This is an Internet Standards Track document
Best Current Practices	This memo documents an Internet Best Current Practice
Informational	it is published for informational purposes
Experimental	it is published for examination, experimental implementation, and evaluation
Historic	it is published for the historical record

2.6.1.4. Propriedade Intelectual (PI)

BCP 78 [RFC5378] e BCP 79 [RFC3979] [RFC4879] exigem instruções específicas de direitos de propriedade intelectual (IPR) em cada Internet-Draft. No caso de uma RFC pertencente a um grupo de trabalho do IETF é obrigatório a adição do seguinte texto:

"Copyright (c) YYYY IETF Trust and the persons identified as the document authors. All rights reserved. This document is subject to BCP 78 and the IETF Trust's Legal Provisions Relating to IETF Documents (<http://trustee.ietf.org/license-info>) in effect on the date of publication of this document. Please review these documents carefully, as they describe your rights and restrictions with respect to this document. Code Components extracted from this document must include Simplified BSD License text as described in Section 4.e of the Trust Legal Provisions and are provided without warranty as described in the Simplified BSD License."

No caso de o documento ser publicado de forma independente ou pelo IAB ou em um Grupo de Pesquisa (RG), deve-se incluir o seguinte texto:

"Copyright (c) YYYY IETF Trust and the persons identified as the document authors. All rights reserved. This document is subject to BCP 78 and the IETF Trust's Legal Provisions Relating to IETF Documents (<http://trustee.ietf.org/license-info>) in effect on the date of publication of this document. Please review these documents carefully, as they describe your rights and restrictions with respect to this document."

Onde YYYY é o ano corrente da submissão do documento. Caso o autor não inclua esse texto obrigatório no documento, o documento não será aceito para publicação como um Draft e retornará para o autor realizar os devidos ajustes. A secretaria do IETF não adicionará sob nenhuma hipótese o trecho referente ao copyright. Os autores devem evitar referenciar diretamente patentes, pois RFCs não permitem atualizações e patentes podem ser modificadas num curto intervalo de tempo. Maiores detalhes podem ser encontrados no documento de boas práticas BCP 78 [RFC 8179] (BRADNER, S e CONTRERAS, 2017).

Por fim, deve existir uma seção com informações para contato com os autores (endereço, e-mail e telefone podem ser adicionados nessa seção). Maiores detalhes podem ser encontrados na RFC 7322 (FLANAGAN e GINOZA, 2014).

2.6.2. XML2RFC: Criando drafts/RFCs através de um arquivo XML

Diversas ferramentas surgiram para facilitar o processo de escrita. No próprio site do IETF temos algumas sugestões de ferramentas²⁷. Na Tabela abaixo temos um comparativo de características de três dessas ferramentas.

	XML2RFC	NroffEdit	Word template
Arquivo Fonte	.xml	nroff	doc ou docx
Documentação	RFC 7328	http://aaa-sec.com/nroffedit/	RFC 5385
Execução Local	Sim e Online	Sim	Sim
Criação de Referência Automática	Sim	Sim	Não
Curva de Aprendizagem	Média	Média	Baixa
Problemas de formatação	Baixo	Baixo	alto

Tabela 2.6. Comparativo de ferramentas para escrita de RFCs

Seria possível, por exemplo, mas não aconselhável, usar o próprio bloco de notas para escrever uma RFC. Nesta seção vamos focar no uso do XML2RFC como ferramenta que nós auxiliará a criar nosso documento de acordo com todos os padrões estabelecidos citados anteriormente e menor chance de surgimento de algum erro de formatação.

O XML2RFC permite que o usuário utilize uma linguagem de marcação XML (*Extensible Markup Language*) para geração do arquivo texto seguindo todas as diretrizes necessárias. A RFC 7749 [Reschke 2016] descreve sua utilização em maiores detalhes. Dentre todas as ferramentas analisadas esta apresenta menor chance de geração de um documento com algum erro de formatação e facilidade de uso. Seções de Copyright, tabela de conteúdo (sumário), Status of this Memo e até a data de expiração do draft são geradas automaticamente, respeitando todas as regras de formatação definidas pela comunidade do IETF.

O processo de geração do draft pode ser feito online através do upload do arquivo XML ou offline baixando o aplicativo para processamento do arquivo XML. Um conjunto de templates está disponível no link: <https://tools.ietf.org/tools/templates/>. Após a realização do upload do arquivo XML pelo site <https://xml2rfc.tools.ietf.org/> é possível escolher o formato de saída entre PDF, texto, HTML e ePub (Figura 2.21).

XML (*Extensible Markup Language*) é uma linguagem de marcação onde se faz necessário compreender a sintaxe atrelada ao esquema utilizado. Dessa forma, é preciso saber como empregar um conjunto de tags para que a saída após o processamento corresponda ao que se espera. Todas as tags e seu funcionamento é descrito na RFC 7749 [Reschke 2016]. Assim, nas próximas subseções iremos explicar como utilizar as tags mais comuns durante a escrita de uma draft/RFC.

²⁷<https://www.rfc-editor.org/pubprocess/tools/>

Figura 2.21. Interface para upload do arquivo XML e escolha do arquivo de saída (<https://xml2rfc.tools.ietf.org/>)

2.6.2.1. Sintaxe e Estrutura Básica

Um arquivo XML é um arquivo que segue uma hierarquia de tags. A tag principal de uma RFC e draft é a tag `<rfc>` que termina com a tag `</rfc>`. Todo o documento é estruturado dentro dessa tag principal. Essa tag possui os seguintes atributos:

- **category:** Pode assumir os valores `std`, `bcp`, `info`, `exp`, and `historic` que indicam o tipo do documento proposto (ver Tabela 2.5)
- **docName->** É o nome principal do documento e deve respeitar as regras citadas anteriormente para elaboração de títulos (ver subseção 2.6.1.1)
- **submissionType:** Deve-se indicar se é IETF, IRTF, IAB ou Independente
- **ipr:** Especificação de propriedade intelectual. Um valor normalmente utilizado é `trust200902` (mais informações em <https://xml2rfc.tools.ietf.org/rfc7749.html#element.rfc>)

Essa tag é composta por três partes:(1) `<front>` - Cabeçalho do documento; (2) `<middle>` - Conteúdo do documento composto de seções; e (3) `<back>` - Fim do documento com as referências. O resultado é um arquivo XML conforme o exemplo da Figura 2.22.

2.6.2.2. Cabeçalho: Especificando o que há dentro da tag `<front>`

Dentro da tag `<front>` iremos colocar informações como título do documento, área, o workgroup que se enquadra o documento, palavras-chave, resumo e autores.


```

1 <rfc category="info" docName="draft-irtf-nmrg-sdn-placement-
2     challenges-00" submissionType="IRTF" ipr="trust200902">
3     <front>
4
5     <middle>
6     </middle>
7
8     <back>
9     </back>
10 </rfc>

```

Figura 2.22. TAG Raiz de uma RFC

Essas tags são intuitivas e de simples entendimento conforme a Figura 2.23. Neste exemplo há dois autores adicionados. Um exemplo de como preencher as informações de um autor pode ser visto na Figura 2.24

```

1 <front>
2     <title abbrev="Abbreviated Title">SDN Placement Challenges
3         </title>
4     <author>
5     </author>...
6     <author>...
7     </author>
8     <area>General</area>
9     <workgroup>Network Management Research Group</workgroup>
10    <keyword>SDN; Placement Problem</keyword>
11    <abstract> Meu Resumo... </abstract>
12 </front>

```

Figura 2.23. Conjunto de tags básicas

2.6.2.3. Corpo do Documento: Como adicionar conteúdo na tag <middle>

A tag <middle> representa o conteúdo principal do documento (draft ou RFC). É aqui que criamos as seções que compõem o corpo do documento. Podemos ver na Figura 2.25 como criar seções e como definir um título para a seção. Além disso, temos a criação de uma lista de tópicos. A tag <t> significa um parágrafo.

Para adicionar múltiplas seções basta adicionar outra tag <section> após o fim da seção anterior. Para a criação de uma subseção, basta apenas criar um tag <section> dentro de uma <section> já existente.

Criar figuras para uma RFC é praticamente um exercício de criatividade, paciência e uma atividade artística. Como já ressaltado, o uso de extensões de arquivos como, por exemplo, .jpg, .png e .bmp não são permitidos, qualquer figura deve ser feita totalmente através de caracteres ASCII. Para que não haja alguma desconfiguração da figura, há uma tag específica que pode-se ser utilizada (Figura 2.26)

```

1 <author fullname="Marcelo Anderson Batista dos Santos" initials
  ="M.A.B.S." role="editor"
2     surname="Santos">
3 <organization>IF Sertao-PE</organization>
4 <address>
5   <postal>
6     <street></street>
7     <!-- Reorder these if your country does things differently
      -->
8     <city>Salgueiro</city>
9     <region></region>
10    <code></code>
11    <country>BR</country>
12  </postal>
13  <email>marcelo.santos@ifsertao-pe.edu.br</email>
14  <!-- uri and facsimile elements may also be added -->
15 </address>
16 </author>

```

Figura 2.24. Exemplo de definição de autor

```

1
2 <section title="Introduction">
3   <t>
4     Algum texto .... Sua lista :
5
6     <list counter="reqs" hangIndent="4" style="symbols">
7       <t>Topico 1</t>
8       <t>Topico 2</t>
9     </list>
10    </t>
11 </section>

```

Figura 2.25. Conteúdo da tag Middle: Criação de seções

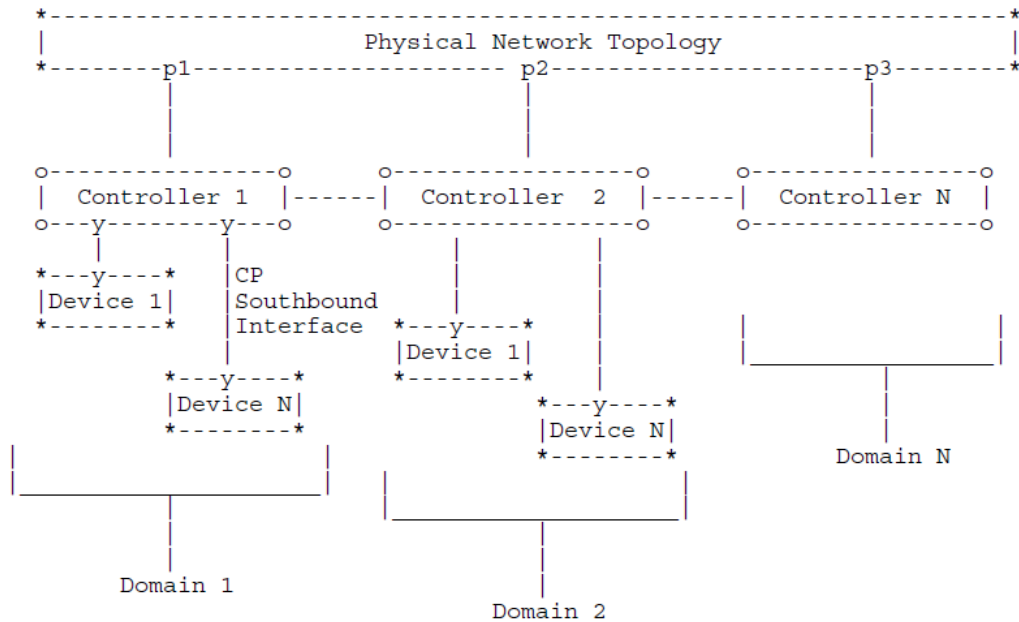
O resultado pós-processamento pode ser visto na Figura 2.27.

2.6.2.4. Fim do Documento: Referências e a tag <back>

Para finalizar o documento, temos a tag <back> onde é possível adicionar as referências citadas durante o texto. Um exemplo de como adicionar as referências pode ser visto na Figura 2.28.

Por fim, algumas das seções obrigatórias como a de Propriedade Intelectual (PI), Status of This Memo, o sumário, tabela de conteúdos, IANA e Security Considerations serão todas geradas automaticamente após o processamento do arquivo XML. Uma outra ferramenta complementar que auxilia na verificação da formatação de um draft ou RFC está disponível em: <https://tools.ietf.org/tools/idnits/>. É possível fazer o upload do arquivo texto para validação antes de enviar oficialmente o documento.

Explicacao sobre a figura....



SDN Controller Placement Problem.

Figura 2.27. Resultado após o processamento do arquivo XML

```

1 <references title="Normative References">
2 <reference anchor="min_ref">
3 <!-- the following is the minimum to make xml2rfc happy -->
4 <front>
5 <title>Minimal Reference</title>
6 <author initials="authInitials" surname="authSurName">
7 <organization></organization>
8 </author>
9 <date year="2006" />
10 </front>
11 </reference>
12 </references>
    
```

Figura 2.28. Conteúdo da tag Back: Adicionando Referências

cesso de padronização dos protocolos da Internet. Os padrões abertos criados pelo IETF são fundamentais para que a Internet funcione de forma estável e eficiente.

Para organizar esse ecossistema complexo foram criadas diversas entidades com responsabilidades bem definidas para que haja entao uma coordenação das atividades necessárias para o bom funcionamento da rede. Um conjunto de Registros Regionais da Internet (RIRs). Numa escala regional, temos cinco RIRs: *African Network Information Center* (AFRINIC), *Asia Pacific Network Information Centre* (APNIC), *American Registry for Internet Numbers* (ARIN), *Latin American and Caribbean Internet Adres-*

ses Registry (LACNIC), e o *Réseaux IP Européens Network Coordination Centre* (RIPE NCC). O papel básico de cada RIR é administrar e supervisionar um número de espaço de endereço IP dentro de uma determinada região. Cada RIR tem sua própria política, mas devem obedecer políticas globais definidas pelo IANA.

Os recursos da Internet para os países da LAC são gerenciados pelo *Latin America and Caribbean Network Information Centre* (LACNIC), um RIR acreditado pelo IANA. Em alguns casos, como o Brasil, os recursos são geridos pelos *National Internet Registry* (NIR), mas sob orientação e cooperação do LACNIC. O NIR brasileiro é o NIC.BR.

A comunidade de operadores de rede da LAC é representada pelo *Latin America and Caribbean Network Operators Group* (LACNOG). Essa comunidade é formada pelas pessoas que operam as redes Internet da região e trocam experiências utilizando a lista de correio. A organização se reúne uma vez por ano em um evento de alcance internacional. Esse evento ocorre para fortalecer os vínculos entre empresas e realizar atualizações sobre padrões, tecnologias e boas práticas de operação de redes. LACNOG agrega um conjunto de grupos de trabalho compostos por pessoas dedicadas a diferentes temáticas que surgem graças a propostas da comunidade de operadores.

É importante a participação de membros brasileiros e da LAC como um todo a fim de possibilitar a troca de conhecimento entre países emergentes. Dessa forma, a identificação do que estimula a participação nos fóruns relacionados com a Internet e também de novas formas de fomentar a participação de novos membros. Por exemplo, o livro "O Tao do IETF: Guia destinado aos novos participantes do Internet Engineering Task Force"[Braga et al. 2014] foi traduzido para as línguas espanhola e portuguesa.

2.7.2. Academia x Indústria

Algumas ações tem sido desenvolvidas no Brasil com o objetivo de estimular a participação (mais efetiva) brasileira no processo de padronização de protocolos da Internet. É importante ressaltar que aprimorar a construção da internet depende dos diversos *stakeholders*: academia, indústria e operadores de rede. No contexto brasileiro, o Comitê Gestor da Internet Brasileira (CGI.br), o qual possui representatividade desses diversos *stakeholders*, busca impulsionar a participação brasileira.

Dentre as ações realizadas pelo CGI.BR, o mesmo patrocinou 30.000 exemplares de um livro contendo "O Tao do IETF" em inglês, espanhol e português [Braga et al. 2014]. Esta ação proporcionou a distribuição do livro e conseqüentemente contribuiu para a difusão do IETF na LAC e em alguns países e eventos da Africa (Cabo Verde, Guiné Equatorial, Moçambique e São Tomé e Príncipe).

O CGI.br lançou uma chamada publica para participação em grupos de trabalhos e reuniões do IETF, com o objetivo de ampliar ainda mais a participação brasileira. O edital contemplou quatro projetos: três projeto oriundos da academia (universidades e instituições de pesquisa) e um projeto de uma empresa operadora de redes. Não houve projetos contemplados produzidos pela indústria de redes nacional.

2.7.3. Ações e desafios para colaboração no IETF

A IETF-LAC é uma força tarefa proposta pelo LACNOG para prover um fórum a operadores, fabricantes e academia para que os mesmos possam explorar diferentes aspectos do IETF. Em particular, a IETF-LAC tem como objetivo fomentar a participação de pessoas da região nas discussões e processos do IETF. Dessa forma, são promovidas atividades que aumentem a participação e conscientização sobre o IETF na LAC. O foco inicial da IETF-LAC é ser um mecanismo para introduzir novas pessoas ao IETF. Assim, foi criada uma lista de discussões por email, na qual as mensagens são escritas preferencialmente em espanhol e português, com foco na comunidade da LAC. Finalmente, a IETF-LAC realiza a divulgação do IETF em eventos regionais como o Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC) e as *Jornadas Argentinas de Informática* (JAIIO).

O Workshop pre-IETF (WPIETF) é uma atividade organizada pela IETF LAC, SBC e ISOC Brasil para introduzir novas pessoas ao IETF, especialmente da academia. Essa atividade, que é normalmente realizada no CSBC, já teve seis edições. O principal objetivo é expandir a presença da LAC nos encontros do IETF, além de proporcionar um ambiente para que as habilidades de técnicos, estudantes e pesquisadores pudessem ser demonstradas, antecipando-se aos três encontros anuais do IETF.

O IETF-LAC realiza Encontros pré-IETF periodicamente para proporcionar um encontro no qual os autores latinos possam compartilhar seus *internet-drafts* e receber comentários dos seus colegas. Os encontros são videoconferências, normalmente realizadas antes da primeira e terceira reunião do IETF do ano corrente. O objetivo é promover um espaço comum para a comunidade do IETF-LAC, além de propiciar um fórum para a apresentação de trabalhos da região que serão enviados ao IETF. Assim, são realizadas apresentações curtas sobre temas de interesse no IETF ou mesmo de *internet-drafts* (similar a uma reunião de um WG/RG).

Algumas ações pontuais ainda podem ser comentadas. Em geral, essas ações estão relacionadas ao propósito geral de aumentar o interesse no processo de padronização do IETF na LAC. Uma dessas ações é a produção de uma versão local do "The Tao of IETF"[Braga et al. 2014]. Além disso, há um aumento de participação latina nas reuniões do IETF em função da transmissão em tempo real. Esse aumento possibilita a criação de hubs locais, os quais têm ocorrido com alguma frequência em universidades brasileiras.

2.8. Estudo de caso: o processo de aprovação do protocolo HTTP/3 - Julho

2.8.1. Considerações históricas

Google começou a usar o *Quick UDP Internet Connections* (QUIC) em 2014, entre o Chrome e os serviços do Google. O QUIC foi uma extensão da implementação e dos bons resultados (aumento de 55% na velocidade de acesso ao servidor de Web), do SPDY²⁸, criado pelo próprio Google.

Com o QUIC percebeu-se uma sensível redução na latência do carregamento de páginas e no *rebuffer rate*²⁹ de vídeos. A tabela abaixo, exhibe as reações do usuário em relação ao tempo de resposta [Shade 2016].

²⁸<https://blog.cloudboost.io/http2-and-spdy-protocols-make-http-faster-and-safer-3b3984987191>

²⁹Porcentagem de experiências do usuário impactadas pelo *buffer*.

Retardo	Reação do Usuário
< 100 ms	instantâneo
100 ms - 300 ms	razoável
300 ms - 1 s	tedioso
> 1 s - 1 s	fecha a aba

A partir da tabela acima é fácil entender a Figura 2.29.

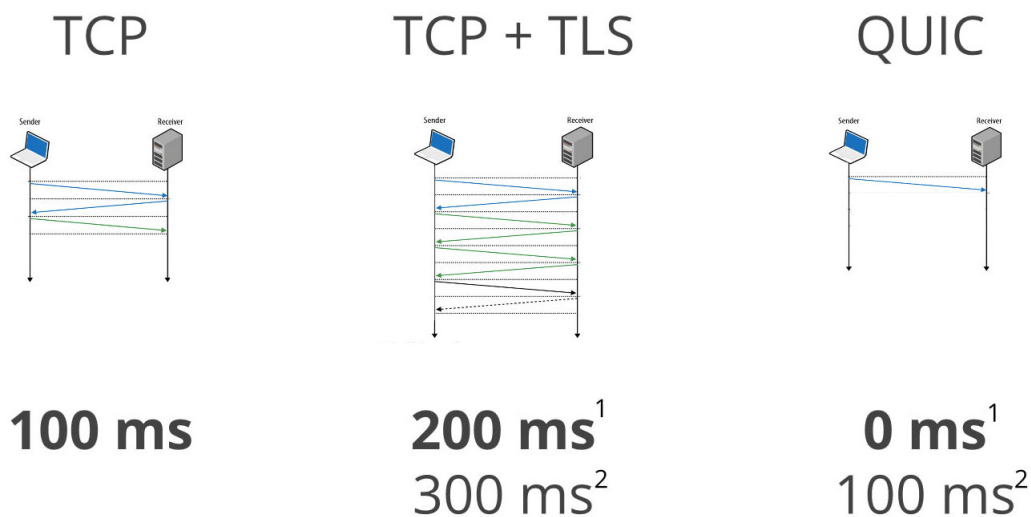


Figura 2.29. Comparação da latência do TCP, TCP + TLS e do QUIC. Legenda: 1. Repete a conexão e 2. Nunca tinha falado com o servidor Fonte: [Shade 2016].

Com os bons resultados, a Akamai implementou o QUIC em 2016. Neste mesmo ano, foi criado no IETF, o WG QUIC

2.8.2. Onde o QUIC se encaixa na camada de protocolos

Com sua própria estrutura de criptografia, o QUIC dispensa o *Transport Layer Security* (TLS) que faz parte do HTTPS, a extensão segura do HTTP. Adicionalmente, simplifica o *Hypertext Transfer Protocol Version 2* (HTTP/2) tornando-o uma API simplificada. Por fim, o QUIC passa a usar o *User Datagram Protocol* (UDP) ao invés do *Transmission Control Protocol* (TCP)³⁰ [Postel 1980] [Postel 1981b].

A Figura 2.30 resume estas transformações envolvendo o QUIC.

³⁰TCP e UDP são protocolos de transporte, que servem para encaminhar dados de um ponto a outro da Internet. A diferença entre os dois é que o TCP garante que os dados do remetente serão entregues ao destinatário, enquanto que o UDP não garante a entrega.

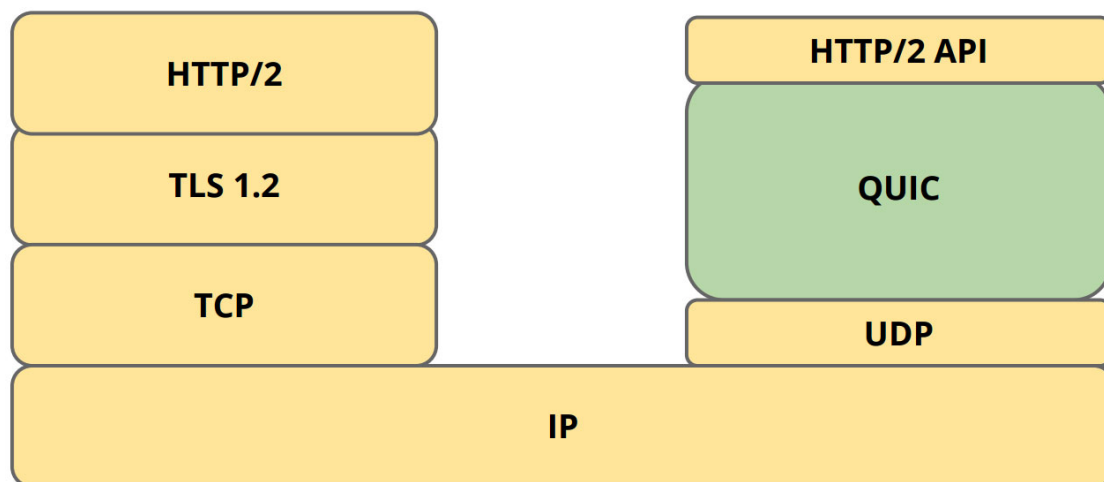


Figura 2.30. O QUIC no contexto das camadas do TCP. Fonte: [Shade 2016]

2.8.3. HTTP/3: As mudanças feitas pelo IETF

O WG quic criado depois de um BOF, em agosto de 2016, está caracterizado no documento **charter-ietf-quic=01-00**³¹. A partir de então, inúmeras reuniões foram feitas e os participantes (voluntários!) do grupo produziram e disponibilizaram inúmeros documentos³².

Os voluntários participantes do WG fizeram alterações objetivas sobre QUIC original concentrando-se sob o protocolo HTTP. Então, o **HTTP sobre o QUIC** foi batizado como HTTP/3, em outubro de 2018, seguindo a proposta feita por Mark Nottingham, via e-mail³³. A proposta inicial do Google alterada de forma significativa.

O histórico³⁴ está no repositório do grupo, mantido pelo IETF onde todos os movimentos estão registrados nos mínimos detalhes.

2.9. Considerações Finais e Próximos Passos

O IETF é uma força-tarefa responsável pela padronização de diversas tecnologias e práticas utilizadas na Internet. Os padrões são produzidos através da participação voluntária de profissionais de fabricantes de equipamentos, operadores de rede, e pesquisadores do mundo inteiro. Apesar da maior parte do problemas enfrentados pela Internet serem de natureza global, há a necessidade de que aspectos regionais sejam considerados. No entanto, apesar da grande importância de tráfego na Internet da LAC, diversas barreiras precisam ser superadas para uma efetiva contribuição de seus habitantes no IETF.

Este capítulo de livro discute dificuldades e oportunidades para a participação da LAC no IETF. A discussão de forma teórico-prática sobre formas de fomentar essa participação possui um potencial significativo de aumentar a inclusão da comunidade

³¹<https://datatracker.ietf.org/doc/charter-ietf-quic/>

³²<https://datatracker.ietf.org/wg/quic/about/>

³³https://mailarchive.ietf.org/arch/msg/quic/RLRs4nB1lwFCZ_7k0iuz0ZBa35s/

³⁴<https://datatracker.ietf.org/wg/quic/history/>

latino-americana e, conseqüentemente, da brasileira. Dessa forma, o desenvolvimento dos protocolos da Internet pode ser aprimorado com contribuições dos países da LAC. Além disso, ferramentas para a produção dos documentos principais do IETF, *Internet-Drafts* e RFC, são descritas. Finalmente, é apresentado neste capítulo um estudo de caso sobre o processo de aprovação do HTTP/3.

Apesar da discussão realizada no presente capítulo, algumas ações ainda podem ser descritas para ampliar a participação da LAC no IETF. As atividades realizadas para que autores latinos possam compartilhar seus documentos, assim como receber comentários, está basicamente restrita à comunidade acadêmica. Dessa forma, são necessárias novas estratégias para buscar a inserção nos fabricantes de equipamentos e nos operadores de rede. Finalmente, há a necessidade de incremento no número de Hubs remotos, especialmente nas universidades brasileiras. Como esses hubs permitem a interação remota por voz e chat, os mesmos oferecem uma opção de baixo custo para que novos participantes conheçam o IETF. Há, inclusive, discussões para a realização de reuniões do IETF totalmente virtuais, incluindo os WGs/RGs e atividades tradicionais como a plenária.

Referências

- [Alvestrand 2004] Alvestrand, H. (October 2004). The IESG and RFC Editor Documents: Procedures. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC3932.
- [Alvestrand and Housley 2009] Alvestrand, H. and Housley, R. (December 2009). IESG Procedures for Handling of Independent and IRTF Stream Submissions. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC5742.
- [Andrade et al. 2018] Andrade, L., Braga, J., Pereira, S., Roque, R., and Santos, M. (2018). In-person and remote participation review at ietf: Collaborating without borders. In *Anais do V Workshop Pré-IETF*. SBC.
- [Bradner 1998] Bradner, S. (1998). Ietf working group guidelines and procedures. BCP 25, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC2418.
- [Bradner 1994] Bradner, S. (August 1994). Introducing the Internet Engineering and Planning Group (IEPG). Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC1690.
- [Bradner 2004a] Bradner, S. (February 2004a). IETF Rights in Contributions. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC3667.
- [Bradner 2004b] Bradner, S. (February 2004b). Intellectual Property Rights in IETF Technology. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC3668.
- [Bradner 2005a] Bradner, S. (March 2005a). IETF Rights in Contributions. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC3978.
- [Bradner 2005b] Bradner, S. (March 2005b). Intellectual Property Rights in IETF Technology. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC3979.
- [Bradner 1996] Bradner, S. (October 1996). The Internet Standards Process – Revision 3. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC2026.

- [Bradner and Contreras 2017] Bradner, S. and Contreras, J. (May 2017). Intellectual Property Rights in IETF Technology. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC8179.
- [Bradner and Contreras 2008] Bradner, S. and Contreras, J. (November 2008). Rights Contributors Provide to the IETF Trust. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC5378.
- [Braga 2013] Braga, J. (2013). Entendendo RFCs. <https://ii.blog.br/2013/02/03/entendendo-rfcs/> Acesso: 09/03/2020.
- [Braga 2019] Braga, J. (2019). *Ambiente para Aquisição de Conhecimento por Agentes em Domínios Restritos na Infraestrutura da Internet*. PhD thesis, Instituto Superior Técnico & Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- [Braga et al. 2017] Braga, J., Endo, P. T., Santos, M., Nobre, J. C., da Silva, L. G. F., Campos, G. R. N., and Omar, N. (2017). Analisando a participação do Brasil e dos demais países da América Latina nos encontros do IETF. In *Anais do IV Workshop Pré-IETF*. SBC.
- [Braga et al. 2014] Braga, J., Granville, L. Z., O’Flaherty, C., and Moreiras, A. M., editors (2014). *O Livro do IETF / El Libro del IETF / The Tao of the IETF*. CGI.br, São Paulo. Disponível em <https://cgi.br/media/docs/publicacoes/1/o-livro-do-ietf.pdf>. Acessado em 22/02/2020.
- [Camarillo and Livingood 2020] Camarillo, G. and Livingood, J. (February 2020). The IETF-ISOC Relationship. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC8712.
- [Dawkins 2015] Dawkins, S. (March 2015). Increasing the Number of Area Directors in an IETF Area. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC7475.
- [Dusseault and Sparks 2009] Dusseault, L. and Sparks, R. (September 2009). Guidance on Interoperation and Implementation Reports for Advancement to Draft Standard. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC5657.
- [Eastlake 2004] Eastlake, D. (June 2004). Publicly Verifiable Nominations Committee (NomCom) Random Selection. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC3797.
- [Flanagan and Brownlee 2013] Flanagan, H. and Brownlee, N. (2013). Rfc series format requirements and future development. RFC 6949, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC6949.
- [Galvin 2004] Galvin, J. (June 2004). IAB and IESG Selection, Confirmation, and Recall Process: Operation of the Nominating and Recall Committees. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC3777.
- [Haberman et al. 2020] Haberman, B., Hall, J., and Livingood, J. (February 2020). Structure of the IETF Administrative Support Activity, Version 2.0. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC8711.

- [Halpern et al. 2016] Halpern, J., Daigle, L., and Kolkman, O. (2016). Rfc streams, headers, and boilerplates. RFC 7841, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC7841.
- [Hinden and Deering 2006] Hinden, R. and Deering, S. (February 2006). IP Version 6 Addressing Architecture. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC4291.
- [Housley et al. 2011] Housley, R., Crocker, D., and Burger, E. (October 2011). Reducing the Standards Track to Two Maturity Levels. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC6410.
- [IANA 2014] IANA (2014). Internet Assigned Numbers Authority. <http://www.iana.org>. Acessado em 03/05/2020.
- [Kolkman et al. 2014] Kolkman, O., Bradner, S., and Turner, S. (January 2014). Characterization of Proposed Standards. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC7127.
- [Nobre and Granville 2015] Nobre, J. and Granville, L. (2015). Experience report about the participation of researchers of the federal university of rio grande do sul on the internet engineering task force. In *Anais do II Workshop Pré-IETF*, pages 60–62, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Postel 1980] Postel, J. (August 1980). User Datagram Protocol. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC0768.
- [Postel 1981a] Postel, J. (September 1981a). INTERNET PROTOCOL. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC0791.
- [Postel 1981b] Postel, J. (September 1981b). Transmission Control Protocol. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC0793.
- [Postel and Reynolds 1997] Postel, J. and Reynolds, J. (1997). Instructions to rfc authors. RFC 2223, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC2223.
- [Rekhter et al. 2006] Rekhter, Y., Li, T., and Hares, S. (January 2006). A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4). Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC4271.
- [Rekhter et al. 1996] Rekhter, Y., Moskowitz, B., Karrenberg, D., de Groot, G. J., and Lear, E. (February 1996). Address Allocation for Private Internets. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC1918.
- [Reschke 2016] Reschke, J. (2016). The "xml2rfc" version 2 vocabulary. RFC 7749, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC7749.
- [Resnick 2013] Resnick, P. (December 2013). Retirement of the "Internet Official Protocol Standards" Summary Document. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC7100.
- [Shade 2016] Shade, R. (2016). Google's QUIC protocol: moving the web from TCP to UDP. <https://ma.ttias.be/googles-quic-protocol-moving-web-tcp-udp/>. Acesso: 09/03/2020.

[Weinrib and Postel 1996] Weinrib, A. and Postel, J. (October 1996). IRTF Research Group Guidelines and Procedures. Technical report, RFC Editor. DOI: 10.17487/RFC2014.

[Wikipédia 2020] Wikipédia (2020). Internet — wikipédia, a enciclopédia livre. [Online; acessado em 12/03/2020].