

UNIVERSIDADE FUMEC
FACULDADE DE CIÊNCIAS EMPRESARIAIS - FACE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
E GESTÃO DO CONHECIMENTO

TIAGO RODRIGUES CHAVES

**5G – REDES MÓVEIS DE QUINTA GERAÇÃO
E O PRINCÍPIO DA NEUTRALIDADE DE REDE**

Belo Horizonte

2021

TIAGO RODRIGUES CHAVES

**5G – REDES MÓVEIS DE QUINTA GERAÇÃO
E O PRINCÍPIO DA NEUTRALIDADE DE REDE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Empresariais da Universidade FUMEC para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento pelo Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento.

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Informação e do Conhecimento

Linha de Pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento

Orientadora: Profa. Dra. Marta Macedo Kerr Pinheiro

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Moreno Marques

Belo Horizonte

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C512c Chaves, Tiago Rodrigues, 1985-
5G: redes móveis de quinta geração e o princípio da neutralidade de rede / Tiago Rodrigues Chaves. - Belo Horizonte, 2021.
127 f. : il.

Orientadora: Marta Macedo Kerr Pinheiro
Coorientador: Rodrigo Moreno Marques
Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento), Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências Empresariais, Belo Horizonte, 2021.

1. Sistemas de comunicação móvel. 2. Neutralidade da rede. 3. Política de informação. 4. Governança da Internet. I. Título. II. Pinheiro, Marta Macedo Kerr. III. Marques, Rodrigo Moreno. IV. Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências Empresariais.

CDU: 004.738.5

Dissertação intitulada “**5G – REDES MÓVEIS DE QUINTA GERAÇÃO E O PRINCÍPIO DA NEUTRALIDADE DE REDE**” de autoria de Tiago Rodrigues Chaves, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Profa. Dra. Marta Macedo Kerr Pinheiro – Universidade FUMEC
(Orientadora)

Prof. Dr. Rodrigo Moreno Marques – UFMG
(Orientador)

Prof. Dr. Armando Sérgio de Aguiar Filho – Universidade FUMEC
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Fernando Silva Parreiras – Universidade FUMEC
(Examinador Interno)

Profa. Dra. Patrícia Maurício Carvalho – PUC-RIO
(Examinador Externo)

Prof. Dr. Fernando Silva Parreiras
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação e Gestão do
Conhecimento da Universidade FUMEC

Belo Horizonte, 03 de março de 2021.


Marta Macedo Kerr Pinheiro

Fernanda Silva Parreiras

Armando Sergio de Aguiar Filho

Patrícia Maurício Carvalho


Rodrigo Moreno Marques

	TITLE	
	FILE NAME	
REQUESTED	REQUEST ID	
	REQUESTED BY	
	STATUS	● Completed



Professor (marta.macedo@fumec.br)

	25/06/2021 19:55:13UTC±0		25/06/2021 19:56:08UTC±0 189.115.134.20
SENDED		SIGNED	

Professor (fernando.parreiras@fumec.br)

	18/07/2021 03:34:44UTC±0		18/07/2021 03:34:49UTC±0 190.109.65.205
SENDED		SIGNED	

Professor (armando.filho@fumec.br)

	19/07/2021 13:24:42UTC±0		19/07/2021 13:25:12UTC±0 186.213.113.186
SENDED		SIGNED	

Professor (ticiamelgasso@gmail.com)



SENDED

26/07/2021
17:48:28UTC±0



SIGNED

26/07/2021
17:50:26UTC±0
190.109.65.205

Professor (rodrigomorenomarques@yahoo.com.br)



SENDED

26/07/2021
19:35:37UTC±0



SIGNED

26/07/2021
19:36:02UTC±0
190.109.65.205



COMPLETED

26/07/2021
19:36:02 UTC±0
The document has been completed.

Dedico esse trabalho a todos aqueles que contribuíram para sua realização.

Agradecimentos

À Profa. Marta Macedo Kerr Pinheiro, por me acolher nesta caminhada, que, com sua dedicação, competência e persistência, me incentivou a chegar até aqui.

Ao Prof. Rodrigo Moreno Marques, incentivador e apoiador incondicional, muito obrigado por transmitir seus conhecimentos, orientações e conselhos em todos os momentos.

Aos professores Daniel Jardim Pardini, Armando Sérgio de Aguiar Filho e Fernando Silva Parreiras, pelas sugestões ao longo das etapas de desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores integrantes da banca examinadora dessa dissertação, pela disponibilidade e interesse.

A todos os professores, funcionários e colegas da Universidade FUMEC com quem tive a oportunidade de conviver e que contribuíram com seus ensinamentos e experiências.

À UFOP, por me proporcionar esta grande oportunidade de crescimento profissional e pessoal, e a todos os colegas do NTI, pelo apoio concedido.

A toda minha família e amigos, pelo incentivo e por torcerem pelas minhas vitórias.

“ Estamos sempre pensando em novos mercados em que podemos ingressar, mas é só ao dizer ‘não’ que você pode se concentrar nas coisas que realmente são importantes.”

(Steve Jobs)

Resumo

CHAVES, Tiago Rodrigues. **5G – Redes Móveis de Quinta Geração e o Princípio da Neutralidade de Rede**. 2021. 127 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Empresariais, Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2021.

A quinta geração de redes móveis visa a fornecer serviços com diferentes requisitos em termos de velocidade de transmissão de dados, tempo de resposta e capacidade de conexão entre dispositivos. A neutralidade de rede, conforme estabelecido na concepção original da internet, parte do princípio de que todos os dados que trafegam na rede devem ser tratados da mesma forma e na mesma velocidade. Presente na arquitetura da tecnologia 5G, a técnica de fatiamento de rede (*network slicing*) permite aos provedores de conexão aplicar políticas diferenciadas para o tráfego de conteúdo que circula na internet. Esta dissertação tem como objetivo analisar as interferências dos requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G no princípio da neutralidade da rede. A pesquisa desenvolvida teve caráter exploratório, com abordagem qualitativa. Os dados foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica e documental. O corpus da pesquisa documental é composto por documentos dos portais oficiais das principais organizações responsáveis por criar requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G, sites governamentais, agências reguladoras e portais de mídia especializados em tecnologia e telecomunicações. A análise realizada revelou que a arquitetura técnica da tecnologia 5G, na forma como foi concebida pelos órgãos padronizadores internacionais, traz consigo a perspectiva de abandono total ou manutenção parcial da neutralidade de rede. A padronização técnica das redes 5G entra em conflito direto com políticas de informação que até então instituíam a neutralidade de rede.

Palavras-chaves: Rede 5G. Neutralidade de rede. Fatiamento de rede. Política de informação. Governança da internet.

Abstract

CHAVES, Tiago Rodrigues. **5G - Fifth Generation Mobile Networks and the Network Neutrality Principle**. 2021. 127 f. Dissertation (Master) – Faculty of Business Sciences, FUMEC University, Belo Horizonte, 2021.

The fifth generation of mobile networks aims to provide services with different requirements in terms of data transmission speed, response time and ability to connect between devices. Net neutrality, as established in the original conception of the internet, assumes that all data that travels on the network must be treated in the same way and at the same speed. Present in the architecture of 5G technology, the network slicing technique allows connection providers to apply different policies for content traffic that circulates on the internet. This dissertation aims to analyze the interferences of the requirements, specifications and standards of 5G technology in the principle of net neutrality. The research developed was exploratory, with a qualitative approach. The data were obtained through bibliographic and documentary research. The corpus of documentary research consists of documents from the official portals of the main organizations responsible for creating requirements, specifications and standards for 5G technology, government websites, regulatory agencies and media portals specializing in technology and telecommunications. The analysis carried out revealed that the technical architecture of 5G technology, in the way it was conceived by international standardizing bodies, brings with it the prospect of total abandonment or partial maintenance of network neutrality. The technical standardization of 5G networks is in direct conflict with information policies that have hitherto established network neutrality.

Keywords: 5G network. Network neutrality. Network slicing. Information policy. Internet governance.

Lista de figuras

Figura 1 – A internet na visão dos usuários	30
Figura 2 – Camadas de protocolos da internet	31
Figura 3 – Atores na infraestrutura da internet	34
Figura 4 – Evolução das gerações de redes móveis	52
Figura 5 – População digital global em outubro de 2020	53
Figura 6 – Visão IMT-2020: cenários de uso 5G	55
Figura 7 – Etapas da revisão da literatura.	58
Figura 8 – Principais setores do ITU	64
Figura 9 – Evolução dos padrões IMT-2000, IMT-Advanced & IMT-2020	67
Figura 10 – Parceiros Organizacionais 3GPP	68
Figura 11 – Parceiros de Representação de Mercado 3GPP	70
Figura 12 – Grupos de Especificação Técnica (TSGs) e Grupos de Trabalho (WGs)	72
Figura 13 – Processo de especificação e padronização	75
Figura 14 – Cronograma de especificação IMT-2020	76
Figura 15 – Cenários de aplicações 5G	77
Figura 16 – Requisitos IMT-2020 para 5G	78
Figura 17 – A importância dos principais requisitos em diferentes cenários de uso .	79
Figura 18 – O conceito de fatiamento de rede NGMN	82
Figura 19 – Fatiamento de rede	83
Figura 20 – Exemplo prático de fatiamento de rede	84
Figura 21 – Movimentos do cubo de Rubik	88
Figura 22 – Elementos centrais do cubo de Rubik	89
Figura 23 – O cubo das dimensões de análise	90

Lista de quadros

Quadro 1 – Formas de discriminação de dados	39
Quadro 2 – Neutralidade de Rede na África	45
Quadro 3 – Neutralidade de Rede na América Central	45
Quadro 4 – Neutralidade de Rede na América do Norte	46
Quadro 5 – Neutralidade de Rede na América do Sul	47
Quadro 6 – Neutralidade de Rede na Ásia	48
Quadro 7 – Neutralidade de Rede na Europa - Parte I	49
Quadro 8 – Neutralidade de Rede na Europa - Parte II	50
Quadro 9 – Métodos de pesquisa	57
Quadro 10 – Tópicos, subtópicos e termos de pesquisa	59
Quadro 11 – Fontes documentais	60
Quadro 12 – Dimensões de análise da pesquisa	62
Quadro 13 – Grupos de estudos ITU-R	65
Quadro 14 – Grupos de trabalho do SG5	66
Quadro 15 – Parceiros Organizacionais 3GPP	69
Quadro 16 – Parceiros de representação de mercado 3GPP	71
Quadro 17 – Cronograma de lançamentos 3GPP	74
Quadro 18 – Sintetização dos resultados	91

Lista de tabelas

Tabela 1 – Quantidade de membros individuais por parceiro organizacional e o país ou região de atuação	73
--	----

Lista de abreviaturas e siglas

1G	Primeira geração de redes móveis
2G	Segunda geração de redes móveis
3G	Terceira geração de redes móveis
3GPP	<i>Third Generation Partnership Project</i>
3GPP2	<i>Third Generation Partnership Project 2</i>
4G	Quarta geração de redes móveis
5G	Quinta geração de redes móveis
5GPPP	<i>5G Infrastructure Public Private Partnership</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ARPANET	<i>Advanced Research Projects Agency Network</i>
BEREC	<i>Body of the European Regulators of Electronic Communications</i>
CGI.Br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
eMBB	<i>Enhanced Mobile Broadband</i>
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
ICANN	<i>Internet Corporation for Assigned Names and Numbers</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IGF	<i>Internet Governance Forum</i>
IMT	<i>International Mobile Telecommunications</i>
IMT-2020	<i>International Mobile Telecommunications-2020</i>

IoT	Internet das Coisas
IP	<i>Internet Protocol</i>
ISOC	<i>Internet Society</i>
ISPs	<i>Internet Service Provider</i>
ITU	<i>International Telecommunications Union</i>
ITU-D	<i>Telecommunication Development Sector</i>
ITU-R	<i>Radiocommunication Sector</i>
ITU-T	<i>Telecommunication Standardization Sector</i>
LINP	<i>Logical Isolated Network Partitions</i>
mMTC	<i>Massive Machine Type Communication</i>
MVNO	<i>Mobile Virtual Network Operator</i>
NFV	<i>Network Functions Virtualization</i>
NGMN	<i>Next Generation Mobile Networks</i>
OMC	Organização Mundial do Comércio
ONU	Organização das Nações Unidas
QoS	Qualidade de Serviço
RAs	Assembleias de Radiocomunicação ITU
SDN	<i>Software Defined Networks</i>
SDO	<i>Standards Developing Organization</i>
SGs	Grupos de Estudos ITU
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>

TGs	Grupos de Tarefas ITU
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TSGs	Grupos de Especificação Técnica 3GPP
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UE	União Europeia
URLLC	<i>Ultra-reliable Low Latency Communication</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WGIG	<i>Working Group on Internet Governance</i>
WGs	Grupos de Trabalho 3GPP
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i>
WPs	Grupos de Trabalho ITU
WSIS	<i>World Summit on the Information Society</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	<i>Problema</i>	21
1.2	<i>Objetivo geral</i>	22
1.3	<i>Objetivos específicos</i>	22
1.4	<i>Justificativa</i>	22
1.5	<i>Aderência ao programa</i>	24
1.6	<i>Estrutura da dissertação</i>	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1	<i>Política de informação</i>	26
2.2	<i>Governança da internet</i>	28
2.2.1	Arquitetura da internet	28
2.2.2	Controle do “ciberespaço”	31
2.3	<i>Tecnologia: “a política por outros meios”</i>	37
2.4	<i>Neutralidade de rede</i>	38
2.4.1	Neutralidade de rede ao redor do globo	41
2.4.2	Neutralidade de rede no Brasil	41
2.4.3	Panorama mundial da neutralidade de rede	44
2.5	<i>Redes 5G</i>	51
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	56
3.1	<i>Caracterização da pesquisa</i>	56
3.2	<i>Coleta dos dados</i>	58
3.3	<i>Procedimentos para análise e interpretação dos dados</i>	62
4	RESULTADOS E ANÁLISE	63
4.1	<i>Principais atores da tecnologia 5G</i>	63
4.2	<i>Requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G</i>	75
4.3	<i>Fatiamento de rede (Network slicing)</i>	80
4.4	<i>Análise dos resultados</i>	85
4.4.1	Cenários: Redes 5G vs. Neutralidade de Rede	85

4.4.2	O cubo das dimensões de análise	88
4.4.3	Sintetização dos resultados	91
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
	REFERÊNCIAS	95
	APÊNDICES	105
	Apêndice A – Fontes Bibliográficas	106
	Apêndice B – Fontes Documentais	109
	ANEXOS	112
	Anexo A – Membros Individuais 3GPP	113

1 INTRODUÇÃO

A governança da internet engloba todos os aspectos da rede além das tecnologias e infraestrutura, dispondo de um amplo arranjo jurídico e regulatório para resguardar a proteção dos aspectos sociais e econômicos. Entre os assuntos discutidos sobre a temática, podemos destacar aqueles que dizem a respeito à infraestrutura da rede mundial e seus padrões técnicos. Esse tema ganhou grande relevância pois, se por um lado a arquitetura da internet e seus protocolos técnicos de comunicação possibilitam fluxos de informações, por outro lado, cada vez mais, a arquitetura da rede e seus protocolos também inibem o modo como os usuários se comunicam, acessam e usam informações. De outro modo, a padronização dos protocolos de comunicação, que constituem a infraestrutura da internet, progressivamente determinam quais conjuntos de *bytes* podem ou não circular na rede e como eles são transmitidos pelos detentores da infraestrutura de acesso à internet (MARQUES; GARCIA E SILVA, 2019).

Os padrões, protocolos de comunicação e algorítmicos reguladores dos fluxos de *bytes* na internet podem ser empregados para exercício do poder informacional, podendo, assim, moldar o comportamento humano (BRAMAN, 2006; BRAMAN, 2010). Inspirado pelos argumentos de Reidenberg (1998), Lessig (2006) também afirma que os códigos algorítmicos que conformam a arquitetura da internet têm um poder regulatório capaz de moldar o comportamento humano. Essa ideia, cada vez mais relevante no mundo contemporâneo, é sintetizada no axioma “código é lei”, enunciado por Lessig (2006). DeNardis (2012) também argumenta que os requisitos, especificações e padrões técnicos têm um poder comparável ao poder das leis e demais aparatos jurídicos. Kurbalija (2016, p. 61) sintetiza que “a padronização poderia ser a política por outros meios”, de forma que os padrões técnicos podem ter consequências econômicas e sociais abrangentes, promovendo interesses específicos e alterando o equilíbrio de poder.

A internet é uma rede distribuída de computadores interligados, utilizados para trocar informações através de protocolos abertos. Em sua concepção original, deve garantir a transferência de dados entre os dispositivos seguindo a lógica fim-a-fim¹ (*end-to-end*), permitindo comunicação direta entre origem e destino da informação, sem que um agente intermediário filtre ou bloqueie os dados que trafegam (KROL; HOFFMAN, 1993).

¹ O conceito do princípio fim-a-fim será tratado na seção 2.2

Os detentores da infraestrutura de acesso à internet são comumente denominados como provedores de serviço de internet, em inglês *Internet Service Provider* (ISPs). Através dos protocolos de comunicação, os pacotes de dados são endereçados com informações que indicam endereços de origem e destino e podem seguir diferentes caminhos até o seu destino final.

O termo “neutralidade de rede” foi apresentado no debate acadêmico por Tim Wu em 2003 como princípio que visa a garantir que os dados serão tratados da mesma forma, independentemente de seu conteúdo, dispositivo de acesso, aplicação, hardware, sistema operacional, origem ou destino dos dados.(WU, 2003). Embora o termo “neutralidade de rede” tenha sido cunhado em 2003, é importante destacar que a expressão não representa um princípio novo, uma vez que serviços como correios e telefonia compartilham do princípio de que o conteúdo transmitido não pode sofrer interferências entre a origem e o destino.

Em sua concepção original, o princípio da neutralidade de rede, regulamentado no Brasil e em diversos países, estabelece que os ISPs têm o dever de tratar de forma isonômica quaisquer pacotes de dados, sem distinção por conteúdo, origem e destino, serviço, terminal ou aplicação. Na prática, isso significa que o ISP não pode priorizar alguns fluxos de informações em detrimento de outros, ou seja, todos os dados devem passar pela rede sem atrasos, sem bloqueios seletivos e sem priorizações de fluxos digitais.

A tecnologia conhecida pelo acrônimo 5G significa “quinta geração”, em que “G” é utilizado para descrever as gerações da tecnologia de comunicação de dispositivos móveis. A quinta geração (5G) de redes móveis apresenta requisitos, especificações e padrões técnicos que prometem ampliação significativa no número de dispositivos conectados à internet e da conexão máquina a máquina em que é tipicamente empregada na internet das Coisas (IoT). Além de permitir que mais dispositivos acessem a internet ao mesmo tempo, a tecnologia 5G promoverá mais velocidade, maior capacidade de banda e maior conectividade entre dispositivos, com menor tempo de resposta.

A tecnologia 5G tem requisitos muito diferentes em termos de largura de banda, tempo de resposta e confiabilidade. Devido a essa diferenciação e diante das regulamentações vigentes em cada país, que foram criadas com base nos princípios da concepção original da internet, os ISPs, manifestam-se preocupados com a viabilidade da implantação das redes 5G em razão do princípio de neutralidade de rede. Argumenta-se que a 5G exige rediscussão imediata da neutralidade de rede, defendendo ser necessário delimitar sua

abrangência, uma vez que este princípio torna a infraestrutura menos rentável, o que desencoraja os investimentos privados necessários para a evolução tecnológica e a expansão da rede (LOBO; COSTA, 2018; URUPÁ, 2019).

Por outro lado, a arquitetura da internet, definida em sua concepção original, pode ser impactada. Conforme argumenta Van Schewick (2012), a lógica de transmissão fim-a-fim foi responsável pela criação de espaço ideal para a inovação, permitindo que os usuários tivessem a possibilidade de se comunicar livremente e de escolher o conteúdo e as aplicações de seu interesse, sem a interferência dos ISPs. Em contraponto e com potencial conflito com o princípio da neutralidade de rede, a técnica de fatiamento de rede² (*network slicing*) é considerada uma tecnologia chave para atender os principais requisitos da 5G. Para cada fatia de rede, diferentes aspectos técnicos podem ser configurados, tais como diferenças em termos de latência³, largura de banda e confiabilidade, permitindo que o ISP modifique radicalmente a qualidade dos serviços para cada uma das fatias de rede a serem usadas..

É importante ressaltar que o princípio da neutralidade de rede não deve ser visto apenas pelo aspecto técnico, mas também como meio para possibilitar a inclusão, transformação e inovação. A neutralidade de rede propicia na internet as mesmas condições de tráfego de dados para os serviços e aplicações oferecidos por pequenas empresas ou grandes conglomerados de tecnologia (VAN SCHEWICK, 2012).

Países como Brasil, Chile e Estados membros da União Europeia (UE) disciplinaram por meio de aparatos regulatórios, a preservação e a garantia do princípio da neutralidade de rede, conforme estabelecido na concepção original da internet.

1.1 Problema

Considerando o exposto, este trabalho busca responder à seguinte questão:

Como os requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G podem impactar o princípio da neutralidade de rede, estabelecido na ocasião da concepção original da internet?

² O conceito de fatiamento de rede (*network slicing*) será tratado na seção 4.3.

³ Latência: tempo entre o momento em que um usuário faz uma solicitação até o momento em que o site ou aplicativo responde a essa solicitação. A baixa latência está associada a uma experiência do usuário positiva, enquanto a alta latência está associada a uma experiência do usuário negativa. A latência é normalmente medida em milissegundos (ms).

1.2 *Objetivo geral*

A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar as interferências dos requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G no princípio da neutralidade de rede que norteou a concepção original da internet.

1.3 *Objetivos específicos*

Como específicos, elencam-se os seguintes objetivos:

- a) **Examinar** o princípio da neutralidade de rede, estabelecido na ocasião da concepção original da internet.
- b) **Identificar** os principais atores institucionais que têm desenvolvido requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G.
- c) **Descrever** os requisitos, especificações e padrões técnicos da quinta geração de redes móveis.
- d) **Analisar** o modo que os requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G lidam com o princípio da neutralidade de rede.

1.4 *Justificativa*

A quinta geração de redes móveis representa significativa mudança na conectividade atual entre pessoas e pessoas, pessoas e entre “coisas” e “coisas” e “coisas”. Não se trata de uma simples evolução técnica da 4G com apenas um incremento de velocidade de *download/upload*, a 5G pretende revolucionar a maneira como vivemos e trabalhamos, mas os avanços desta tecnologia desafiam os limites do princípio da neutralidade de rede.

A neutralidade de rede, estabelecida na concepção original da internet, parte do princípio de que todos os dados que trafegam na rede devem ser tratados da mesma forma e na mesma velocidade. Observa-se que existem diferentes entendimentos sobre o conceito de neutralidade de rede, mas nos países que estabeleceram legislações sobre o assunto, é comum o entendimento de que as informações que trafegam nas redes de telecomunicações que suportam a internet devem ser tratadas de forma não discriminatória.

A tecnologia de redes móveis apresentou grande crescimento nos últimos anos. Com a popularização dos *smartphones*, a demanda por recursos e serviços é contínua e aumenta significativamente a cada dia e o elevado grau de utilização de recursos demanda dos ISPs constantes investimentos em infraestrutura.

Com a possibilidade de a 5G entregar diferentes níveis de qualidade de serviços com a técnica de *network slicing*, o princípio da neutralidade de rede se apresenta como ponto de discórdia entre diferentes setores.

Executivos de empresas do setor de telecomunicações da Europa (BT Group, Deutsche Telekom, Ericsson, Hutchison Whampoa Europe, Inmarsat, Nokia, Orange, Proximus, Royal KPN, SES, Tele2 AB, TIM - Telecom Italia, Telefonica, Telekom Austria Group, Telenor Group, Telia Company e Vodafone) elaboraram o “Manifesto 5G”, um plano detalhado com os requisitos para instalar a rede 5G na Europa. As reivindicações exigiam melhores condições regulamentares e revisão do marco regulatório de telecomunicações. Assim, a indústria de telecomunicações pressionou as diretrizes de neutralidade de rede que estavam em definição naquele momento pelo *Body of the European Regulators of Electronic Communications* (BEREC) (PATTERSON *et al.*, 2016).

Observa-se na mídia que muitos representantes de empresas de telecomunicações defendem veementemente o enfraquecimento das regras de neutralidade da rede existentes com a justificativa de tornar a implementação de 5G economicamente viável (LOHNINGER, 2018; LOBO; COSTA, 2018; URUPÁ, 2019; AMARAL, 2020a; AMARAL, 2020b; GROSSMANN, 2020; JULIÃO, 2020; POSSEBON, 2020). Para Ruiz (2020), especialista em regulação da Superintendência de Competição da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), iniciativas para a rediscussão da neutralidade parecem mostrar-se imprescindíveis.

Por outro lado, alguns defensores da internet neutra argumentam que o princípio da neutralidade de rede não é um obstáculo para o desenvolvimento da 5G. Segundo esse ponto de vista, a nova tecnologia deve exigir regulamentação específica, devendo, entretanto, respeitar os princípios já estabelecidos e regulamentados. Os proponentes da neutralidade de rede enfatizam a natureza pública e de fomento à inovação da internet, juntamente com o pano de fundo histórico, que começou com uma coalizão de redes acadêmicas (KIM, 2020).

Observa-se neste contexto que a tecnologia dita padrões e regras com grande impacto na vida das pessoas. No caso da quinta geração de redes móveis, percebe-se que a

tecnologia pode ser usada tanto para promover direitos como para reduzi-los. Esta pesquisa é justificada por esclarecer como os requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G podem impactar no princípio da neutralidade de rede.

1.5 Aderência ao programa

O Programa de Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC tem área de concentração em “Gestão de Sistemas de Informação e do Conhecimento”. Está estruturado em duas linhas de pesquisa: “Gestão da Informação e do Conhecimento” e “Tecnologia Sistemas da Informação”. A linha de pesquisa “Gestão da Informação e do Conhecimento” tem como trilha de pesquisa “Política e Economia da Informação”, com temas voltados à observação das políticas de informação nas esferas do Estado e do mercado, dinâmicas socioeconômicas envolvidas na consolidação dessas políticas e suas consequências para as instituições e a sociedade. Aborda-se a influência da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na sociedade e nas instituições. Dessa forma, observa-se que a presente dissertação tem aderência às temáticas de pesquisa do Programa.

1.6 Estrutura da dissertação

Em relação à estrutura de apresentação, o trabalho está organizado nos seguintes capítulos: (1) Introdução, (2) Fundamentação Teórica, (3) Procedimentos Metodológicos, (4) Resultados e Análise e (5) Considerações Finais.

Na introdução, são apresentados o contexto, o problema, o objetivo geral, os objetivos específicos, a justificativa, a aderência ao programa e a estrutura da dissertação.

A fundamentação teórica visa a contextualizar os principais aspectos teóricos deste trabalho obtidos por meio da pesquisa bibliográfica, sendo estruturado em cinco seções que irão abordar os seguintes temas: política de informação, governança da internet, tecnologia, neutralidade de rede e redes 5G.

O capítulo de procedimentos metodológicos descreve o método de pesquisa utilizado, a caracterização da pesquisa e os procedimentos para a coleta, análise e interpretação dos dados.

Em resultados e análise, os dados extraídos de documentos recuperados por meio da pesquisa documental foram apresentados, analisados e interpretados, sendo estruturado em quatro seções que irão abordar os seguintes temas: Principais atores da tecnologia 5G, Requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G, Fatiamento de rede (*Network slicing*) e Análise dos resultados.

Por fim, são apresentadas as considerações finais e as conclusões do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo visa a apresentar os principais conceitos que fundamentaram a pesquisa, sendo estruturado em cinco seções que irão abordar os seguintes temas: política de informação, governança da internet, tecnologia, neutralidade de rede e redes 5G.

2.1 Política de informação

A política de informação é aquela que engloba leis e regulamentos que lidam com qualquer estágio da cadeia de produção da informação, desde sua criação, processamento, armazenamento, transporte, distribuição, busca, uso e sua destruição (BRAMAN, 2006). Por meio da política, podem-se conduzir a diferenciação terminológica, os processos de mudança em torno da informação e assim estabelecer o que é novo em termos informacionais (KERR PINHEIRO, 2012).

Sabe-se que o sucesso de uma política de informação depende de uma elaboração compartilhada com vários setores da sociedade a fim de que seja reconhecida, legitimada e operacionalizada (KERR PINHEIRO, 2008). As políticas de informação nacionais têm o potencial de apontar caminhos que coloquem a informação a serviço das transformações ocorridas na sociedade (MARQUES; KERR PINHEIRO, 2011).

Para não ficarmos restritos ao Estado e às Políticas Públicas, abordaremos o conceito de regime de informação. Na literatura da Ciência da Informação, o conceito de regime de informação apresenta duas abordagens importantes. A primeira aplica o regime de informação, definido por Frohmann (1995), que se detém nos artefatos tecnológicos e na viabilidade do trânsito informacional em rede segundo duas bases teóricas: a noção de poder de M. Foucault e aplicação do regime de informação a partir da *Actor Network Theory* (ANT). Enquanto a segunda abordagem se relaciona à noção de poder de González de Gómez (1999) que aborda seu conceito sob o aspecto político (poder e valor). González de Gómez (2002), definiu regime de informação como um modo de produção informacional dominante em uma formação social, conforme o qual serão definidos sujeitos, instituições, regras e autoridades informacionais, os meios e os recursos preferenciais de informação, os padrões de excelência e os arranjos organizacionais de seu processamento seletivo, seus dispositivos de preservação e distribuição.

Para Magnani e Kerr Pinheiro (2011, p. 596)

[...] o “regime de informação” ou o “regime global de política de informação” são conceitos que vêm sendo trabalhados na Ciência da Informação como uma forma de se obter uma paisagem do campo de ação da política de informação relacionando atores, tecnologias, representações, normas, e padrões regulatórios que configuram políticas implícitas ou explícitas de informação.

Diferentes autores têm utilizado o termo “regime de informação” como um dos recursos interpretativos para abordar as relações entre política, informação e poder (FROHMANN, 1995; GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 1999; BRAMAN, 2004; GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2002; GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2012).

Na concepção de Braman (2004), a percepção da informação como dispositivo de poder também é um fator que contribui para a formação do regime global de política de informação. Com a crescente inserção das tecnologias de informação e comunicação na sociedade, muitas atividades ligadas à informação sofreram alteração de status, saindo de um nível de interesse predominantemente técnico para um nível de interesse político, claramente pelo reconhecimento do poder da tecnologia da informação. Essas tecnologias, especialmente as que são empregadas na internet, são elementos de grande importância dentro desse regime, pois estimulam e propiciam mudanças na ordem estabelecida (BEZERRA *et al.*, 2016).

O estudo do poder é antigo, complexo e vem sendo estudado há décadas pelos cientistas políticos, tipicamente em três formas – instrumental, estrutural e simbólico. Contudo, a informatização da sociedade tem chamado a atenção e aumentado a importância de uma quarta forma de poder: o informacional (BRAMAN, 2006).

Braman (2006) define os quatro elementos de hegemonia para exercício do poder como:

- Instrumental: Poder que molda o comportamento humano por meio da força física.
- Estrutural: Poder que molda o comportamento por meio de regras e instituições, inclusive econômicas.
- Simbólico: Poder que molda o comportamento humano por meio de ideias, palavras e imagens.
- Informacional: Poder que molda o comportamento humano, por meio da manipulação das bases informacionais das três outras formas de poder (instrumental, estrutural e simbólico).

Para Braman (2006), o poder econômico é um dos componentes do poder estrutural. A cientista política Susan Strange argumenta que as relações econômicas também fornecem um meio de exercer o poder estrutural, seja por Estados ou por atores não estatais. Nos termos da autora, as empresas são cada vez mais importantes na economia política internacional. Na medida que as relações de poder entre empresas e Estados mudam, a influência das empresas na economia política internacional torna-se mais importante, afinal, são as empresas que estão moldando a economia internacional cada vez mais desregulamentada (MAY, 1996).

O poder informacional pode moldar o comportamento humano por meio da “manipulação das bases informacionais dos poderes instrumental, estrutural e simbólico” (BRAMAN, 2006, p. 26). Nesse sentido, o poder informacional tem a capacidade de modificar a maneira como as demais formas de poder são exercidas e a natureza de seus efeitos.

O exercício do poder através dos padrões técnicos afeta as relações de poder, econômicas e sociais em curso, e pode ter consequências econômicas e sociais abrangentes, promovendo interesses específicos que alteram o equilíbrio vigente. Nesse contexto, é importante viabilizar o acesso, o uso e a distribuição da informação. (KURBALIJA, 2016; GARCIA E SILVA, 2017).

A internet constitui-se nos dias atuais como o principal domínio de criação, inovação e circulação da informação, sendo constatado que a padronização técnica da arquitetura da rede pode afetar políticas de informação vigentes ou pode induzir o surgimento de novas políticas de informação.

2.2 *Governança da internet*

Esta seção visa a apresentar uma breve história da internet e explorar as motivações para o estabelecimento dos princípios de governança da internet.

2.2.1 *Arquitetura da internet*

A internet teve início como um projeto de pesquisa do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. No final da década de 60, o governo americano financiou o desenvolvimento

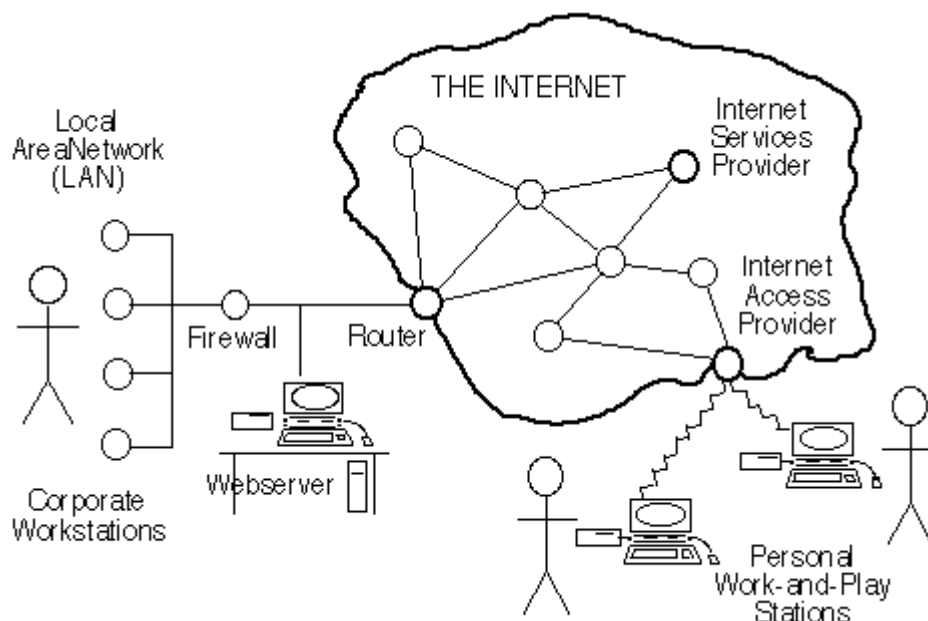
da *Advanced Research Projects Agency Network* (ARPANET), cujo objetivo inicial era interligar várias interfaces e terminais distintos através de um padrão de comunicação. Em meados da década de 70, com o crescimento da ARPANET, o protocolo de comutação de pacotes original tornou-se inadequado. Foi então que, com a invenção da arquitetura de protocolos *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP), esta rede evoluiu para o que hoje é conhecido como internet (KURBALIJA, 2016).

Um dos princípios fundamentais da internet é sua natureza distribuída: pacotes de dados podem seguir caminhos diferentes através da rede, evitando barreiras tradicionais e mecanismos de controle, como, por exemplo, eventuais bloqueios de tráfego que podem ocorrer quando alguns nós da rede ficam inoperantes. Este princípio tecnológico foi acompanhado de uma abordagem similar de regulação da internet, ou os primeiros passos da governança da internet. Estabelecida em 1986, a *Internet Engineering Task Force* (IETF) conduziu o avanço do desenvolvimento da internet por meio de um processo de tomada de decisão com base na cooperação e no consenso, envolvendo uma extensa variedade de pessoas. Isso fez com que muitas pessoas pensassem que a internet era, de alguma forma, única, e que poderia oferecer uma alternativa às políticas do mundo moderno (MARQUES; GARCIA E SILVA, 2019).

A arquitetura original da internet é baseada em um princípio fundamental, chamado de argumento fim-a-fim (SALTZER; REED; CLARK, 1984), que determina que toda a inteligência deve ser depositada nos sistemas finais e a rede deve executar tarefas muito simples. Esse argumento foi estabelecido por Salzer, Reed e Clark no início dos anos 1980, sendo até hoje utilizado como base para todos os tipos de alterações que se deseja fazer na internet. De fato, em muitos aspectos, o argumento fim-a-fim vem sendo gradualmente violado, em razão de mudanças pragmáticas realizadas pelos ISPs e fabricantes de equipamentos (KAMIENSKI *et al.*, 2005).

A internet é uma rede que permite a conexão de dispositivos digitais por meio de especificações tecnológicas, protocolos e padrões de comunicação. Isso permite aos diferentes nodos que se conectam à internet compartilhar informações. Com base em um conjunto de instruções de software e hardware, conhecidos como “protocolos” para o envio de dados por redes, as mensagens são divididas em pequenos pacotes com os endereços do remetente e destinatário, e assim as informações são enviadas para seu destino (CANABARRO, 2012). De maneira simplificada, isso pode ser ilustrado na figura 1.

Figura 1 – A internet na visão dos usuários



Fonte: Clarke (2004).

Para atender à necessidade de um ambiente de rede de arquitetura aberta na internet, Cerf e Kahn descreveram um protocolo TCP, que fornecia todos os serviços de transporte na internet. Este protocolo posteriormente daria origem à arquitetura de protocolos conhecida como TCP/IP, tendo como grande diferencial sua interoperabilidade, ou a capacidade de se comunicar em diferentes estruturas de rede, independentemente do meio físico de transmissão (CERF; KAHN, 1974; LEINER *et al.*, 2009; GARCIA E SILVA, 2017).

A arquitetura da internet agrupa as funcionalidades das redes de computadores em quatro camadas. Conforme ilustrado na figura 2, a camada superior, de aplicação, estabelece as regras para a troca de mensagens entre as aplicações, nesta camada funcionam protocolos como WWW, HTTP, SMTP, FTP e outros. A segunda camada, transporte, oferece um canal de comunicação lógico fim-a-fim entre os processos de aplicação, oferecendo um serviço apropriado para que os processos de aplicação troquem mensagens através de protocolos como TCP ou UDP. A terceira camada, rede, trata dos problemas relativos ao roteamento de pacotes entre dois computadores remotos, permitindo a conectividade entre dois computadores através do protocolo IP e dos algoritmos de roteamento. Por fim, a camada inferior trata dos problemas relacionados aos enlaces de comunicação entre

nós vizinhos e os problemas relacionados à transmissão física de *bits* sobre os enlaces. (KUROSE; ROSS, 2014).

Figura 2 – Camadas de protocolos da internet



Fonte: Adaptado de Kurose e Ross (2014, p. 37).

2.2.2 Controle do “ciberespaço”

John Perry Barlow, cofundador da *Electronic Frontier Foundation* (EFF), organização cujo objetivo é proteger os direitos de liberdade de expressão, em sua “Declaração da Independência do Ciberespaço”, expôs uma ilusão coletiva, muito popular naquela ocasião, de que a internet era imune à soberania dos países, sendo um mundo onde todos poderiam entrar sem privilégios ou preconceitos de raça, poder econômico, força militar ou posição de nascimento (BARLOW, 1996).

Em contraponto, a governança da internet caracteriza-se pelo desenvolvimento e execução pelos governos, sociedade civil e iniciativa privada, em seus respectivos papéis, de princípios, normas, regras, procedimentos decisórios e programas compartilhados, que delineiam a evolução e o uso da internet (DE BOSSEY, 2005).

A governança da internet engloba regras, políticas, padrões e práticas que coordenam e moldam o “ciberespaço” global. A internet é constituída de uma vasta rede de redes gerenciadas de forma independente, unidas por protocolos de comunicação de dados padronizados globalmente. A adoção e o uso comum desses protocolos possibilitam a transmissão de informações e comunicações na internet. Atualmente, existem bilhões de

dispositivos digitais conectados, e grandes quantidades de dados, aplicativos e serviços eletrônicos tornaram-se compatíveis e interoperáveis.

Embora a conectividade com a internet tenha gerado novos serviços, capacidades e formas sem precedentes de compartilhamento e cooperação, ela também permitiu novas formas de crime, abuso, vigilância e conflito social. A governança da internet é o processo pelo qual os participantes do ciberespaço resolvem conflitos sobre esses problemas e desenvolvem uma ordem funcional (DENARDIS, 2014; KURBALIJA, 2016).

Atores é o termo usado em governança da internet para identificar as partes interessadas, pessoas ou entidades que afetam e são afetadas pelo desenvolvimento e manutenção da internet. Há vários atores envolvidos no desenvolvimento e execução de princípios, normas, regras, procedimentos decisórios e programas compartilhados que delineiam a evolução e o uso da internet. (KURBALIJA; GELBSTEIN, 2005; KURBALIJA, 2016).

Kurbalija (2016) descreve que, entre os atores da internet, estão governos nacionais, a sociedade civil, o setor empresarial, a comunidade técnica e as organizações internacionais. É amplamente reconhecida a importância de todos os atores no debate da governança da internet, sendo que os principais conflitos entre eles giram em torno das tentativas de regulamentações motivadas por questões econômicas, enquanto alguns atores buscam impor ou suprimir regras por interesses particulares, outros defendem que o sistema permaneça conforme foi concebido, com uma estrutura de código aberto, não proprietário e colaborativo. Em determinados pontos, são observadas dificuldades de convergência entre os atores, principalmente quando as disputas envolvem interesses econômicos particulares, que ceifam a liberdade na internet.

Os principais atores da governança da internet serão descritos a seguir:

Governos

O principal desafio do governo é lidar com a natureza multidisciplinar da gestão da internet, que envolve questões tecnológicas, sociais, econômicas e jurídicas. Pelos demais atores envolvidos, ele é criticado por ter menos conhecimento sobre questões tecnológicas e da internet.

Sociedade civil

A sociedade civil é composta por organizações não governamentais e entidades sem fins lucrativos, desempenhando papel importante nas questões relacionadas à internet, principalmente no âmbito comunitário. Apesar de ter influência limitada no processo formal de regulamentação, tem participação importante na criação e desenvolvimento de conteúdo *on-line* nas comunidades e no compartilhamento de recursos.

No Brasil, a sociedade civil tem representantes eleitos no Comitê Gestor da Internet (CGI.br), órgão multissetorial de que participam representantes do governo, das universidades, das empresas (grandes e pequenas) e da sociedade civil (ZANATTA, 2016). A Constituição Federal assegura o direito de participação da sociedade na formulação e fiscalização das políticas públicas. Na ANATEL, a sociedade tem participação através das consultas e audiências públicas, chamamentos públicos e do conselho consultivo da agência (ANATEL, 2021). Porém é possível dizer que a participação da sociedade civil é pouco relevante nas ações da agência, visto que o órgão regulador é dominado pelas empresas de telecomunicações que deveria regular.

Setor empresarial

Responsáveis pela implantação da infraestrutura tecnológica, o interesse das empresas pela governança da internet tornou-se amplo e diversificado. Os principais grupos de empresas que participam da governança da internet são empresas de nomes de domínio, ISPs, empresas de telecomunicações e empresas de aplicações e conteúdo de internet.

Ramos (2015, p. 36) sintetiza os principais atores que compõem a infraestrutura da internet em quatro categorias:

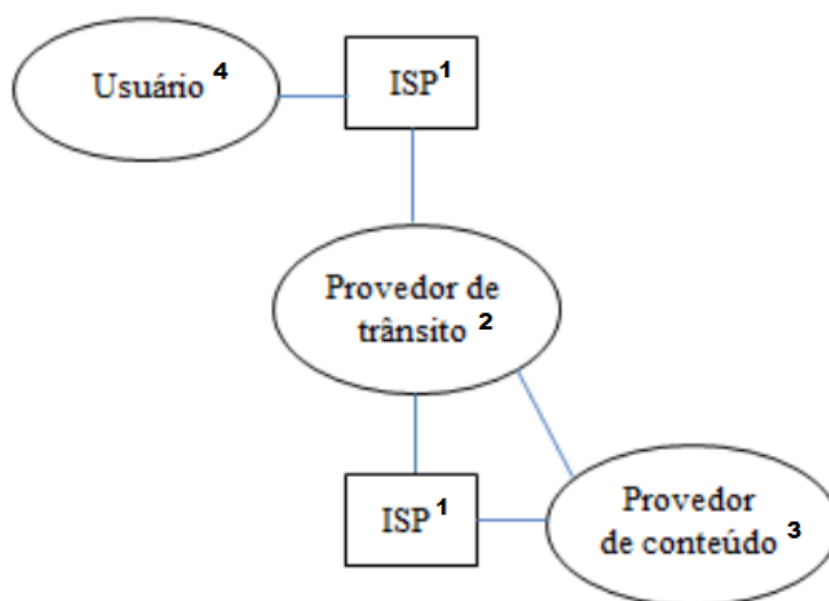
1. *Internet Service Provider* (ISPs), também conhecidos como provedores de conexão, provedores de acesso e/ou provedores de serviço de internet, são empresas cuja principal atividade é prover acesso à internet para usuários finais, em modalidades banda larga fixa ou banda larga móvel – 3G, 4G ou 5G, entre outras tecnologias.
2. Provedores de trânsito: são empresas cujas atividades principais envolvem a prestação de serviços de telecomunicações para outros provedores de acesso e, em diversos casos, para grandes provedores de aplicações. Essas empresas têm infraestrutura física e

lógica para oferecer a provedores de acesso interconexões entre suas redes, incluindo *backbones* – linhas de alta capacidade de transmissão de dados, responsáveis pelas conexões de longa distância entre as redes que integram a internet

3. Provedores de aplicações ou conteúdo: são empresas que entregam conteúdo e aplicações de software próprias ou de terceiros para usuários finais, como sites de internet de qualquer tipo, aplicativos mobile e software.
4. Usuários: são os consumidores finais da internet.

A figura 3 apresenta os principais atores na infraestrutura da internet.

Figura 3 – Atores na infraestrutura da internet



Fonte: Adaptado de Garcia e Silva (2017, p. 38 apud SHUETT, 2010).

Comunidade técnica

A comunidade técnica inclui indivíduos, mas principalmente instituições que desenvolvem e promovem a internet desde o seu início. As universidades desempenharam um papel importante no estímulo ao desenvolvimento de protocolos de internet. A comunidade técnica também estabeleceu a essência inicial da internet, com base nos princípios de compartilhamento de recursos, acesso aberto e oposição à participação governamental na regulamentação da internet. O crescimento da internet fez surgir um grupo composto por novas partes interessadas, como o setor empresarial, que trouxe consigo diferentes culturas

profissionais e entendimentos da internet e sua governança. A comunidade técnica tem sido um importante ator no processo de criação e gestão da *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN). Outros termos são usados de forma intercambiável com a comunidade técnica, tais como comunidade da internet, desenvolvedores da internet, fundadores da internet, pais da internet e tecnólogos. O termo “comunidade técnica” é usado nas declarações da *World Summit on the Information Society* (WSIS) e em outros documentos sobre políticas. Fazem parte da comunidade técnica os agentes representantes do setor empresarial, da sociedade civil e dos governos. A chamada “comunidade técnica” é um conjunto heterogêneo de atores, com diferentes interesses, muitas vezes, conflitantes.

Organizações internacionais

As organizações internacionais, em geral, são responsáveis pelo desenvolvimento de padrões técnicos relacionados à internet e políticas pertinentes, inúmeras organizações de natureza distinta lidam com os temas a que se refere o termo governança da internet.

- *International Telecommunications Union* (ITU): desenvolvimento de padrões de telecomunicação, incluindo a interface entre a internet e demais sistemas de telecomunicação;
- *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN): supervisão do sistema de nomes de domínio, alocação dos espaços de endereços IP e supervisão dos servidores raiz da internet;
- *Internet Society* (ISOC): desenvolvimento dos padrões de operação da internet e sua arquitetura de rede;
- *World Wide Web Consortium* (W3C): desenvolvimento de padrões para a *World Wide Web*;
- *Internet Engineering Task Force* (IETF): organização sem fins lucrativos que desenvolve os padrões de comunicação da internet como o TCP/IP;
- *World Intellectual Property Organization* (WIPO): supervisão e aplicação das normas de propriedade intelectual, marcas e patentes, acordadas pelos Estados membros no combate à pirataria;

- Organização Mundial do Comércio (OMC), em inglês WTO (*World Trade Organization*): supervisão e aplicação das normas referentes às relações econômico-comerciais com especial ênfase no *e-comércio*; e
- Comissões e agências da ONU (UNESCO, UNODC, UNCITRAL, CEPAL) e organizações regionais (UE, OSCE, OEA, ASEAN, G8): Desenvolvimento de políticas *ad hoc* sobre questões de interesse de seus membros. Ex: inclusão digital, combate ao cibercrime, relações comerciais etc.

Observa-se redundância no que diz respeito ao escopo de atuação das organizações internacionais, tanto nos aspectos mais técnicos, quanto nos aspectos relacionados com questões econômicas, sociais e jurídicas da governança da internet. As diferentes organizações se dividem na defesa de seus interesses particulares.

A governança da internet pode ser vista como o conjunto de atividades desenvolvidas por uma complexa teia de agentes (privados e públicos, nacionais e internacionais) de gerência e coordenação de recursos, processos, conteúdos, aplicativos e sistemas relacionados. Internacionalmente foram criados diversos grupos dedicados à internet com o esforço multilateral e multissetorial em busca do consenso para critérios comuns de governança (KURBALIJA, 2016).

Alguns dos principais grupos dedicados a discussões sobre governança da internet são:

- *World Summit on the Information Society* (WSIS): consistiu em dois eventos organizados pela ONU sobre informação e comunicação, que ocorreram em 2003 em Genebra e em 2005 em Túnis. A governança da internet integrou a agenda de trabalhos das duas edições.
- Working Group on Internet Governance (WGIG): grupo de trabalho da ONU formado depois da primeira fase do WSIS, em 2003, para criar um acordo acerca do futuro da governança da internet.
- Internet Governance Forum (IGF): evento anual realizado com apoio da ONU, que promoveu discussões sobre a segunda fase da WSIS, em 2005, para o diálogo multissetorial sobre políticas públicas relacionadas à governança da internet.

2.3 Tecnologia: “a política por outros meios”

Carl von Clausewitz (1780 - 1831) foi um militar prussiano especialista em estratégias de batalhas, autor do livro “Da Guerra”, do alemão *Vom Kriege*, publicado em 1832. Clausewitz (2010) definiu guerra como uma forma de continuação da “política por outros meios”. Para Foucault (2005), o poder político é, essencialmente, o que reprime (natureza, instintos, indivíduos, classe social), invertendo dessa forma o aforismo de Clausewitz para “a política é a guerra continuada por outros meios”, porque o fim da política seria a última batalha. Segundo Bijker (2006), a tecnologia importa para a política porque, em muitos casos, ela é explícita e deliberadamente a “política por outros meios”.

Na atualidade, observa-se que as políticas de informação são constantemente “atropeladas” pela tecnologia, e as leis e regulamentos em vigor nos Estados são pressionados para serem discutidos, alterados e até mesmo revogados. Kurbalija (2016, p. 61) sintetiza que “a padronização poderia ser a política por outros meios”, de forma que os padrões técnicos podem ter consequências econômicas e sociais abrangentes, promovendo interesses específicos, alterando o equilíbrio de poder. Sobre essa ótica, constata-se que a tecnologia exerce, assim como a guerra, o poder da “política por outros meios”.

Os padrões, protocolos de comunicação e algorítmicos reguladores dos fluxos de *bytes* na internet podem ser empregados para exercício do poder informacional e, assim, podem moldar o comportamento humano (BRAMAN, 2006, 2010).

Inspirado pelos argumentos de Reidenberg (1998), Lessig (2006) também afirma que os códigos algorítmicos que conformam a arquitetura da internet têm um poder regulatório capaz de moldar o comportamento humano. Essa ideia, cada vez mais relevante no mundo contemporâneo, é sintetizada no axioma “código é lei”, enunciado por Lessig (2006).

DeNardis (2012) também argumenta que os requisitos, especificações e padrões técnicos têm um poder comparável ao poder das leis e demais aparatos jurídicos.

2.4 Neutralidade de rede

Esta seção visa a examinar o princípio da neutralidade de rede, estabelecido na ocasião da concepção original da internet. Fazendo uma primeira aproximação, é apresentado o tema neutralidade de rede, buscando esclarecer sua origem, objetivo, definições, interessados e interesses pela manutenção ou pelo fim deste princípio.

Em alusão ao surgimento do princípio da neutralidade de rede, Oliveira (2014, p. 7, grifo nosso) relata que:

[...] esse princípio nasceu de um interessante episódio ocorrido nos primórdios do serviço de telefonia, quando as ligações telefônicas dependiam da intermediação de uma central de telefonistas. Nessa época, havia uma telefonista que, ao receber o pedido de um usuário interessado em estabelecer contato telefônico com uma determinada funerária, redirecionava ardilosamente a ligação para a funerária concorrente, pertencente a um parente. Daí nasceu a ideia de que a telefonista, que era a ponte obrigatória do sucesso da conexão telefônica, deveria ser uma pessoa **neutra e imparcial**, que jamais poderia direcionar astutamente as ligações para destinos de seu interesse pessoal.

Da perspectiva do ambiente tecnológico, o debate sobre a neutralidade de rede surgiu das preocupações no final dos anos 90 sobre possíveis ameaças à natureza fim-a-fim da internet (LEMLEY; LESSIG, 2001). O termo neutralidade de rede foi popularizado após ser apresentado na academia norte-americana por Tim Wu em 2003 como um princípio que busca o tratamento isonômico dos pacotes de dados, sem qualquer discriminação em razão do conteúdo, origem, destino, aplicativo ou hardware (WU, 2003). Segundo Segurado, Lima e Ameni (2015, p. 1556), “A partir desse princípio, é possível garantir o livre acesso a todos os tipos de conteúdo”.

De acordo com Ramos (2015, p. 30), conforme especificado no quadro 1, há pelo menos três formas de discriminar um conteúdo ou aplicação específica na internet: bloqueando, reduzindo ou aumentando sua velocidade de transmissão ou cobrando um preço diferente pelo acesso a determinados conteúdos.

Quadro 1 – Formas de discriminação de dados

Tipos	Descrição
Bloqueio	Restrição completa de acesso a determinadas aplicações, conteúdos ou serviços.
Discriminação por velocidade (negativa)	Redução de velocidade de acesso a determinadas aplicações ou classe de aplicações.
Discriminação por velocidade (positiva)	Aumento de velocidade de acesso a determinadas aplicações ou classe de aplicações.
Discriminação por preço (negativa)	Cobrança de tarifas adicionais para acesso a determinadas aplicações ou classe de aplicações
Discriminação por preço (positiva)	Redução de tarifas para acesso a determinadas aplicações ou classe de aplicações

Fonte: Adaptado de Ramos (2015).

O principal objetivo do princípio da neutralidade de rede é preservar a arquitetura aberta da internet, sem interferências de governos e empresas, evitando, ao mesmo tempo, regulações rígidas e excessivamente intervencionistas (RAMOS, 2015).

Sem a possibilidade de discriminação de conteúdos e aplicações, os grandes ISPs se posicionam contra o princípio de neutralidade de rede, uma vez que perdem o direito de tratar o tráfego digital de maneira diferenciada. O argumento dessas empresas é supostamente técnico e econômico, afirmando que a redução dos lucros ocasiona diminuição do potencial de eficiência de suas redes (LOBO; COSTA, 2018; MACHADO, 2018).

Outro argumento apresentado pelas empresas que defendem o fim da neutralidade de rede é o interesse em criar diferentes classes de serviços para o fornecimento de acesso à internet. Nesse sentido, a Associação Brasileira de Telecomunicações (TELEBRASIL), associação que congrega operadores e fornecedores de bens e serviços do setor de comunicações e informação para a defesa de seus interesses e desenvolvimento, defende a "oferta diversificada de serviços para diferentes perfis de usuários", ou seja, o fornecimento de velocidade de transmissão maior para usuários que podem pagar mais. Segundo o discurso institucional da associação, "não se pode tratar como igual aquilo que é por natureza desigual, já que colocar todos no mesmo patamar pode significar prejuízo de muitos em função do privilégio de alguns" (TELEBRASIL, 2012).

No caso dos pequenos provedores de conteúdo, nota-se que eles são um dos grandes beneficiários da neutralidade de rede, com o tráfego de seus conteúdos sendo tratados da mesma forma que o dos grandes, havendo redução nas barreiras de entrada no mercado. Pequenos provedores de conteúdo não precisam negociar com provedores de conexão para

terem uma melhor oferta de qualidade de seus aplicativos, pois num ambiente de rede neutra, existe isonomia no tráfego digital (RAMOS, 2018; SEGURADO; LIMA; AMENI, 2015).

De acordo com Marques e Kerr Pinheiro (2014, p. 49), “outro argumento apresentado pelas empresas que defendem o fim da neutralidade de rede é o interesse em criar diferentes classes de serviços para o fornecimento de acesso à internet”. O *network slicing* visa a permitir a oferta de serviços diferenciados, e esse requisito faz parte da proposta inicial da infraestrutura para o desenvolvimento das redes 5G (NGMN, 2015).

Do outro lado das discussões, argumenta-se que o estabelecimento de condições diferenciadas de trânsito nas redes entre as diversas aplicações poderia ocasionar prejuízos à inovação e ao desenvolvimento de novas aplicações (VAN SCHEWICK, 2012; VAN SCHEWICK, 2016).

Garcia e Silva e Marques (2019, p. 4) sintetizam que o debate acerca da neutralidade de rede está polarizado em duas perspectivas de arquitetura de rede bem diferentes entre si:

De um lado, situa-se o modelo de manutenção da arquitetura original da *Internet*, que preserva as decisões na camada de aplicação, ou seja, nas extremidades da rede (pontas de origem e destino), sem intervenção do detentor da infraestrutura, o que confere maior autonomia aos usuários. Por outro lado, situam-se os defensores da necessidade de evolução da arquitetura da *Internet* para que ela possa suportar novos modelos de remuneração, por meio de um controle centralizado, que permita ofertar diferentes configurações de Qualidade de Serviço (QoS) para determinados serviços (como voz sobre IP) ou clientes (como empresas com conexões dedicadas), priorizar o tráfego de dados por meio de vias rápidas (*fast lanes*) ou realizar cobranças customizadas de acordo com o perfil de uso da Internet (*pay-for-play*).

O abandono do princípio da neutralidade de rede permite que provedores de internet façam diferenciação na oferta de serviços para os clientes. Uma das possíveis modalidades de discriminação em um ambiente não neutro é a discriminação de conteúdos, por exemplo, para acessar vídeos, os usuários teriam que pagar um pacote diferenciado do pacote para acessar e-mails, também permitiria diferenciação dentro do mesmo tipo de conteúdo, o acesso a determinado site de vídeos, por exemplo, poderia ter um valor em detrimento de outro concorrente.

Entre as práticas discriminatórias que atualmente violam o princípio da neutralidade de rede, o *zero-rating* se caracteriza como uma modalidade de discriminação por preço em que os provedores de acesso à internet fornecem gratuidade no tráfego de dados associado

a determinados conteúdos ou aplicações. Exemplos típicos são os planos móveis pré-pagos que têm limitação de franquia mensal (limite máximo de volume de *bytes* que podem ser enviados ou recebidos), mas permitem acesso ilimitado a algumas aplicações, como, por exemplo, Facebook e Whatsapp (GARCIA E SILVA; MARQUES, 2019; RAMOS, 2015).

Desse modo, verifica-se rompimento com a isonomia original da internet em relação aos diferentes formatos de informações existentes na rede. Assim, é válido afirmar que, para garantir o princípio da neutralidade, é necessário que os provedores de conexão não discriminem o fluxo de informações.

2.4.1 Neutralidade de rede ao redor do globo

Esta seção visa a apresentar o princípio da neutralidade conforme estabelecido no Brasil e uma breve contextualização do panorama mundial da neutralidade de rede, regulamentos e leis vigentes.

As discussões sobre o princípio da neutralidade de rede fazem parte da agenda regulatória dos países. Governos ao redor do planeta têm estabelecido regulamentações sobre neutralidade de rede. A América do Sul foi precursora na regulamentação do princípio. Chile, em 2010, foi o primeiro país a desenvolver uma lei sobre o tema. No Brasil, a neutralidade de rede é assegurada na lei que ficou conhecida como Marco Civil da Internet (Lei nº 12.965, de 2014), regulamentada em 2016 (BRASIL, 2014; BRASIL, 2016). A Holanda, em 2011, foi o primeiro país na Europa e o segundo no mundo a aprovar uma lei sobre neutralidade de rede. A União Europeia consolidou sua diretiva sobre o tema em 2016 (UNIÃO EUROPEIA, 2015). Já nos EUA, o debate é bastante polêmico, as primeiras regulações datam de 2010, mas foram anuladas por uma decisão judicial em 2014. Em 2015, a autoridade de telecomunicações publicou uma nova regra, que foi derrubada pela administração Trump em 2017 (RAMOS, 2018).

2.4.2 Neutralidade de rede no Brasil

A discussão sobre a neutralidade de rede no Brasil tem como marco histórico a aprovação do Marco Civil da Internet, oficialmente chamado de Lei nº 12.965/2014 (BRASIL, 2014), uma forma de regularizar o uso da internet no Brasil por meio da

previsão de princípios, garantias, direitos e deveres para quem usa a rede, bem como da determinação de diretrizes para a atuação do Estado. Posteriormente regulamentado pelo Decreto nº 8.771/2016 (BRASIL, 2016), que trata, entre outros pontos, das hipóteses em que a discriminação de pacotes de dados na internet e a degradação de tráfego são permitidas.

Depois de um longo e profundo debate com diversas modalidades de participação da sociedade, foi aprovada pelo Congresso Nacional, sancionada e publicada pela presidência no Diário Oficial da União, a Lei nº 12.965/14 (BRASIL, 2014), que entrou em vigor no país no dia 23 de junho de 2014. Conforme afirmam Garcia e Silva e Marques (2019, p. 6), “representa a consagração de um rol de princípios e normas a partir dos quais se estruturam as relações em torno da rede mundial de computadores no Brasil.”

Tendo como referência os dez princípios para governança e uso da internet elaborados pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.BR, 2009), entre os principais eixos temáticos adotados pelo Marco Civil da Internet, estão a privacidade, a neutralidade de rede e a inimizabilidade da rede. Tais princípios devem garantir os direitos e liberdades democráticas de internautas frente a ações abusivas de governos e empresas prestadoras de serviços (BEZERRA; WALTZ, 2014).

No Marco Civil da Internet, tais princípios estão elencados em Brasil (2014, p. 1) no Artigo 3º e em Brasil (2014, p. 3) no Artigo 18º:

Art. 3º A disciplina do uso da internet no Brasil tem os seguintes princípios:

I - garantia da liberdade de expressão, comunicação e manifestação de pensamento, nos termos da Constituição Federal;

II - proteção da privacidade;

III - proteção dos dados pessoais, na forma da lei;

IV - preservação e garantia da neutralidade de rede;

V - preservação da estabilidade, segurança e funcionalidade da rede, por meio de medidas técnicas compatíveis com os padrões internacionais e pelo estímulo ao uso de boas práticas;

VI - responsabilização dos agentes de acordo com suas atividades, nos termos da lei;

VII - preservação da natureza participativa da rede;

VIII - liberdade dos modelos de negócios promovidos na internet, desde que não conflitem com os demais princípios estabelecidos nesta Lei.

Parágrafo único. Os princípios expressos nesta Lei não excluem outros previstos no ordenamento jurídico pátrio relacionados à matéria ou nos tratados internacionais em que a República Federativa do Brasil seja parte.

[...]

Art. 18. O provedor de conexão à internet não será responsabilizado civilmente por danos decorrentes de conteúdo gerado por terceiros.

Presente desde o início do debate sobre o Marco Civil da Internet, o tema neutralidade de rede ainda hoje suscita calorosas discussões sobre a compatibilização desse conceito com o estabelecimento de modelos comerciais por provedores de conexão (PEREIRA NETO *et al.*, 2019).

Os contornos da neutralidade de rede são definidos pelo Marco Civil da Internet em seu Artigo 9º:

Art. 9º O responsável pela transmissão, comutação ou roteamento tem o dever de tratar de forma isonômica quaisquer pacotes de dados, sem distinção por conteúdo, origem e destino, serviço, terminal ou aplicação. § 1º A discriminação ou degradação do tráfego será regulamentada nos termos das atribuições privativas do Presidente da República previstas no inciso IV do art. 84 da Constituição Federal, para a fiel execução desta Lei, ouvidos o Comitê Gestor da Internet e a Agência Nacional de Telecomunicações, e somente poderá decorrer de:

I - requisitos técnicos indispensáveis à prestação adequada dos serviços e aplicações; e

II - priorização de serviços de emergência.

§ 2º Na hipótese de discriminação ou degradação do tráfego prevista no § 1º, o responsável mencionado no caput deve:

I - abster-se de causar dano aos usuários, na forma do art. 927 da Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002 - Código Civil;

II - agir com proporcionalidade, transparência e isonomia;

III - informar previamente de modo transparente, claro e suficientemente descritivo aos seus usuários sobre as práticas de gerenciamento e mitigação de tráfego adotadas, inclusive as relacionadas à segurança da rede; e

IV - oferecer serviços em condições comerciais não discriminatórias e abster-se de praticar condutas anticoncorrenciais.

§ 3º Na provisão de conexão à internet, onerosa ou gratuita, bem como na transmissão, comutação ou roteamento, é vedado bloquear, monitorar, filtrar ou analisar o conteúdo dos pacotes de dados, respeitado o disposto neste artigo. (BRASIL, 2014, p. 2).

A neutralidade foi considerada um princípio do uso da internet no Brasil, estando os provedores de conexão obrigados a tratar de forma isonômica os dados que transitam por suas redes. Conforme previsto, as possíveis exceções a esse comando deveriam ser regulamentadas por decreto presidencial, ouvidos a ANATEL e o GGI.br (FORGIONI; MIURA, 2015).

Publicado em 11 de maio de 2016, o Decreto nº 8.771/2016 regulamentou as hipóteses admitidas de discriminação de pacotes de dados na internet e de degradação de tráfego.

Art. 5º Os requisitos técnicos indispensáveis à prestação adequada de serviços e aplicações devem ser observados pelo responsável de atividades de transmissão, de comutação ou de roteamento, no âmbito de sua respectiva rede, e têm como objetivo manter sua estabilidade, segurança, integridade e funcionalidade.

§ 1º Os requisitos técnicos indispensáveis apontados no caput são aqueles decorrentes de:

I - tratamento de questões de segurança de redes, tais como restrição ao envio de mensagens em massa (spam) e controle de ataques de negação de serviço; e

II - tratamento de situações excepcionais de congestionamento de redes, tais como rotas alternativas em casos de interrupções da rota principal e em situações de emergência.

[...]

Art. 8º A degradação ou a discriminação decorrente da priorização de serviços de emergência somente poderá decorrer de:

I - comunicações destinadas aos prestadores dos serviços de emergência, ou comunicação entre eles, conforme previsto na regulamentação da Agência Nacional de Telecomunicações - Anatel; ou

II - comunicações necessárias para informar a população em situações de risco de desastre, de emergência ou de estado de calamidade pública.

Parágrafo único. A transmissão de dados nos casos elencados neste artigo será gratuita. (BRASIL, 2016, p. 2)

O Decreto nº 8.771 reitera o exposto no Artigo 9º da Lei nº 12.965, de 2014, garantindo a preservação do caráter público e irrestrito do acesso à internet. Enfatiza que a discriminação ou a degradação de tráfego são medidas excepcionais, visto que somente poderão decorrer de requisitos técnicos indispensáveis à prestação adequada de serviços e aplicações, ou da priorização de serviços de emergência. Além disso, o Decreto nº 8.771 elucida que ficam vedadas as condutas unilaterais ou os acordos entre o responsável pela transmissão, pela comutação ou pelo roteamento e os provedores de aplicação. E, ainda, o Decreto nº 8.771 ressalta que as ofertas comerciais e os modelos de cobrança de acesso à internet devem preservar uma internet única, de natureza aberta, plural e diversa, compreendida como um meio para a promoção do desenvolvimento humano, econômico, social e cultural, contribuindo para a construção de uma sociedade inclusiva não discriminatória (BRASIL, 2016).

2.4.3 Panorama mundial da neutralidade de rede

Em busca de compreender como tem evoluído a regulamentação do princípio da neutralidade de rede em outros países, foram buscados estudos recentes sobre a temática de neutralidade de rede ao redor do globo. No trabalho “Panorama mundial da regulação da neutralidade da rede”, publicado em fevereiro de 2020, Setenareski *et al.* (2020) investigaram a implementação de neutralidade de rede na União Europeia e em mais 17 países. No trabalho “*Net Neutrality Around the Globe: A Survey*” publicado em março de 2020, Nguyen *et al.* (2020) analisaram o desenvolvimento da neutralidade de rede em 20 países.

Os resultados dos estudos mencionados foram compilados e apresentados por região, juntamente com a posição dos países sobre a questão da neutralidade de rede.

Quadro 2 – Neutralidade de Rede na África

País	Regras	Objetivo da Regra	Comentários
África do Sul	Política integrada para o setor de TICs de 2015	O órgão regulador <i>Independent Communications Authority of South Africa</i> (ICASA) promoveu discussões sobre a neutralidade de rede e o <i>Department of Telecommunications and Postal Services</i> (DTPS) publicou um relatório delineando uma política integrada para o setor de TICs que inclui recomendações para a neutralidade de rede.	As recomendações tratam de transparência, não bloqueio de conteúdo legal e a não discriminação não razoável de tráfego, com as devidas exceções para serviços de emergência e o bloqueio de conteúdo ilegal.

Fonte: Compilado de Setenareski *et al.* (2020), Nguyen *et al.* (2020).

Quadro 3 – Neutralidade de Rede na América Central

País	Regras	Objetivo da Regra	Comentários
Costa Rica	Lei Geral de Telecomunicações (LGT)	Não tem uma lei específica de neutralidade de rede. A Lei Geral de Telecomunicações (LGT) estabelece o requisito de neutralidade tecnológica.	O Art. 2 da LGT contém um dispositivo que desencoraja os provedores a cobrar mais por determinados serviços ou acesso a determinados conteúdos.

Fonte: Compilado de Setenareski *et al.* (2020), Nguyen *et al.* (2020).

Quadro 4 – Neutralidade de Rede na América do Norte

País	Regras	Objetivo da Regra	Comentários
Estados Unidos	Regulamentando em 2015 e revogado em 2017.	Regras para garantir uma internet aberta foram adotadas pela <i>Federal Communications Commission</i> (FCC) em 2015. Entretanto, em 2017, os Estados Unidos revogou sua regulação.	O Tribunal de Apelações dos EUA emitiu sentença que permite a FCC manter a decisão sobre a revogação das regras de neutralidade de rede. Por outro lado, o tribunal também impede que a FCC force os estados a abandonarem suas próprias regras.
Canadá	Política Regulatória de Telecomunicações	O <i>Canadian Radio Television and Telecommunications Commission</i> (CRTC) expõe suas determinações em relação ao uso de práticas de gerenciamento do tráfego da internet pelos ISPs desde 2009.	Em 2017, o CRTC estabeleceu uma nova estrutura sobre práticas de <i>zero-rating</i> , fortalecendo o compromisso do CRTC com a neutralidade de rede ao declarar que os provedores de serviços de internet devem tratar o tráfego de dados de maneira igual.
México	Lei Federal de Telecomunicações e Radiodifusão de 2014	Em 2014, o <i>Instituto Federal de Telecomunicaciones</i> (IFT) criou a Lei Federal de Telecomunicações e Radiodifusão, incluindo dois itens específicos para a neutralidade de rede.	Os artigos que apresentam maior foco em neutralidade de rede são os Art. 145 e 146.

Fonte: Compilado de Setenareski *et al.* (2020), Nguyen *et al.* (2020).

Quadro 5 – Neutralidade de Rede na América do Sul

País	Regras	Objetivo da Regra	Comentários
Argentina	Lei n ^o 27.078/2014 - Lei Argentina Digital	Desenvolvimento no setor de TIC, incluindo as telecomunicações, garantindo a completa neutralidade de rede.	Os artigos com maior foco em neutralidade de rede são os Art. 56 e 57.
Brasil	Lei 12.965/2014 - Marco Civil da Internet	Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da internet no Brasil.	O Art. 9 define neutralidade de rede e o Decreto n ^o 8.771/2016 regulamenta a Lei 12.965 e define exceções.
Chile	Lei 20.453/2010	Estabelece expressamente o princípio da neutralidade de rede para os consumidores e usuários da internet.	O primeiro país do mundo a promulgar uma lei de neutralidade de rede foi o Chile, em 2014, proibindo, o <i>zero-rating</i> .
Colômbia	Lei 1.450/2011	Prevê regras para a neutralidade da internet a serem seguidas pelos ISPs e estabelece as condições regulatórias da neutralidade da internet.	Estabelece, em seu Art. 56, as regras para a neutralidade da internet e a Resolução 3.502/2011 estabelece as condições regulatórias da Neutralidade da internet.
Peru	Lei n ^o 29.904/2012	Lei para promoção da banda larga e a construção do <i>backbone</i> nacional de fibra óptica.	Art. 6 diz expressamente que os provedores de acesso à internet devem respeitar a neutralidade de rede e a Resolução n ^o 165/2016 do <i>Organismo Supervisor de Inversion Privada en Telecomunicaciones</i> (OSIPTEL) detalha cada aspecto que envolve a neutralidade de rede.

Fonte: Compilado de Setenareski *et al.* (2020), Nguyen *et al.* (2020).

Quadro 6 – Neutralidade de Rede na Ásia

País	Regras	Objetivo da Regra	Comentários
Coreia do Sul	Diretrizes	A <i>Korea Communications Commission</i> (KCC) traz, em seu relatório anual de 2011, um quadro contendo os princípios básicos para a administração da neutralidade de rede e do tráfego da internet. Diretrizes cobrem a maioria dos princípios da neutralidade de rede.	Em 2013, o governo emitiu diretrizes de neutralidade de rede com base no resultado do Fórum de Neutralidade de Rede organizado pela Coalizão dos Cidadãos pela Justiça Econômica e Web Aberta. As diretrizes enfocavam direitos do usuário, transparência na gestão do tráfego, bloqueio, proibição de discriminação não razoável e gestão do tráfego.
Índia	Recomendações para a neutralidade de rede de 2018	O órgão regulador do governo da Índia, a <i>Telecom Regulatory Authority of India</i> (TRAI), criou em 2018 fortes regras de neutralidade de rede.	Em 2017, a TRAI estabeleceu recomendações para a neutralidade de rede, que foram endossadas pelo Departamento de Telecomunicações do governo indiano em 2018. Fora a omissão de regras sobre privacidade, a Índia está se posicionando como um dos mercados mais pró-consumidores para serviços de acesso à internet
Japão	Diretrizes	Não tem uma lei específica de neutralidade de rede. O <i>Ministry of Internal Affairs and Communications</i> (MIAC) estabeleceu as diretrizes para a Neutralidade.	O modelo de regulação adotado pelo MIAC pode ser classificado como de autorregulação pela indústria, sendo a internet considerada um serviço universal de telecomunicações que deve ser provido de forma justa e estável.
Singapura	Política para neutralidade de rede de 2011	O <i>Info-communications Media Development Authority</i> (IMDA), autoridade das telecomunicações de Singapura, antes denominada IDA, após consulta pública, definiu a política em relação à neutralidade de rede.	Os ISPs em Singapura podem oferecer serviços ou conteúdos especializados ou personalizados de internet e podem executar práticas razoáveis de gerenciamento de rede, mas são proibidos de impor práticas discriminatórias que tornem qualquer conteúdo de internet legítimo inacessível ou inutilizável.

Quadro 7 – Neutralidade de Rede na Europa - Parte I

País	Regras	Objetivo da Regra	Comentários
União Europeia	Regulamento União Europeia (UE) 2015/2120 de 2015	Em 2015, o Regulamento (UE) 2015/2120 do Parlamento Europeu e do Conselho estabeleceu medidas relativas ao acesso aberto à internet e incumbiu o <i>Body of European Regulators for Electronic Communications</i> (BEREC) de fornecer orientações. Os regulamentos da União Europeia têm caráter compulsório e se aplicam a todos os Estados membros do bloco sem necessidade de transposição para as leis de cada país (GARCIA E SILVA; KERR PINHEIRO; MARQUES, 2016).	De acordo com a <i>Save the Internet</i> , as orientações finais do BEREC, que foram publicadas em 30 de agosto de 2016, oferecem algumas das proteções de neutralidade de rede mais fortes entre as existentes. No caso da prática do <i>zero-rating</i> , se ela for aplicada a toda uma classe de aplicações de mesma natureza, como, por exemplo, a todas as aplicações de <i>streaming</i> de vídeo, o BEREC considera que isso não viola o princípio da neutralidade de rede, pois nessa situação não haveria uma discriminação específica de determinada aplicação.
Alemanha	Aderiu ao Regulamento (UE) 2015/2120 de 2015	Em 2011, o parlamento federal alemão aprovou uma emenda à sua Lei de Telecomunicações para a inclusão da autoridade de neutralidade de rede.	A autoridade de neutralidade de rede permite que o governo federal estabeleça ordens estatutárias em relação aos princípios de neutralidade no país.
Eslovênia	Lei de Comunicações Eletrônicas do país foi alterada em 2012	A Lei de Comunicações Eletrônicas do país foi alterada em 2012 para incluir um artigo abordando a neutralidade de rede.	Um dos países da Europa com sua própria lei de neutralidade de rede. O artigo 203 ^o promoveu a neutralidade da internet.
Finlândia	Lei do Código da Sociedade da Informação de 2014	A Finlândia optou pela exclusão dos regulamentos de neutralidade de rede da UE. O <i>zero-rating</i> é permitido na Finlândia, mas não é praticado por muitos provedores.	A seção 110 da lei especifica em detalhes quais as regras de neutralidade de rede.
França	Aderiu ao Regulamento (UE) 2015/2120 de 2015	Não tem lei de neutralidade de rede própria. No entanto, realizou pesquisas e uma série de sessões de consulta pública sobre o tema desde 2009. Posteriormente, adotou o regulamento aprovado pela UE.	O órgão regulador francês monitora continuamente as violações da lei. Em 2018, desenvolveu o aplicativo <i>Wehe</i> com a ajuda da <i>Northeastern University em Boston</i> para identificar violações provenientes de ISPs.

Fonte: Compilado de Setenareski *et al.* (2020), Nguyen *et al.* (2020).

Quadro 8 – Neutralidade de Rede na Europa - Parte II

País	Regras	Objetivo da Regra	Comentários
Holanda	Lei de Telecomunicações alterada em 2011	A lei é uma emenda à sua Lei de Telecomunicações. O país fez outra alteração em 2016, tornando mais rigorosa do que a anterior e ainda mais do que a lei de neutralidade de rede da UE.	O primeiro país da Europa e segundo no mundo a ter uma lei de neutralidade de rede.
Itália	Lei sobre neutralidade de rede de 2016	O projeto de lei sobre neutralidade de rede foi proposto em 07 de agosto de 2014 e aprovado em 2016. Este projeto de lei é amplamente baseado na regulamentação UE.	Tem como referência o Regulamento (UE) 2015/2120 de 2015.
Noruega	Lei de Comunicações Eletrônicas da Noruega de 2017	Criou as orientações, princípios diretrizes para neutralidade de rede desde 2009 e regulamentou o princípio em sua Lei de Comunicações Eletrônicas em 2017.	A Noruega não é estado membro da UE, mas adotou o regulamento sobre neutralidade de rede da UE como parte da lei norueguesa.
Reino Unido	Código de Prática Voluntária (VCP) em 2010	Em 2010, criou o <i>Voluntary Code of Practice</i> (VCP), o código para promover o interesse dos seus cidadãos no que diz respeito à “escolha, preço, qualidade de serviço e relação qualidade-preço	Os ISPs se inscrevem neste VCP voluntariamente, e a maioria dos ISPs no Reino Unido se inscreveu.
Rússia	Documento Fundamental sobre a neutralidade de rede de 2016	A Rússia tem elementos de neutralidade de rede em sua Lei de Telecomunicações de 2006. O <i>Federal Antimonopoly Service</i> (FAS) criou em 2016 um documento básico sobre neutralidade de rede.	O documento teve como finalidade assegurar o acesso não discriminatório e as condições de desempenho para os provedores de serviços e de conteúdo.

Fonte: Compilado de Setenareski *et al.* (2020), Nguyen *et al.* (2020).

2.5 Redes 5G

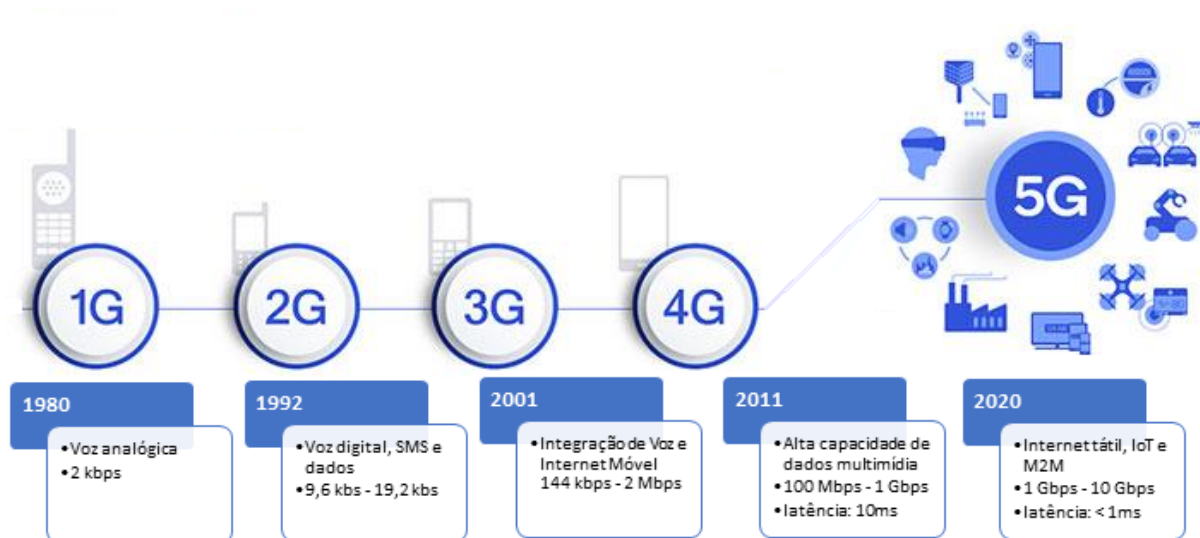
Antes de explorarmos os conceitos de 5G, faz-se necessário perscrutar a evolução das gerações antecessoras de redes móveis e as necessidades atuais da internet e dos seus usuários.

Na década de 1980, a primeira geração (1G) de redes móveis permitiu a comunicação de voz em redes móveis analógicas. Já na década de 1990, a segunda geração (2G) criou os primeiros sistemas digitais, introduzindo os serviços de voz digital, mensagens de texto e dados com operações básicas na internet. Este avanço tecnológico proporcionou um aumento expressivo no uso de telefones celulares. A partir de 2001, a terceira geração (3G) apresentou um marco na história das telecomunicações móveis e na tecnologia, fornecendo taxa de transmissão de dados significativamente mais rápida, o que permitiu utilizar a internet com maior velocidade de transmissão digital, principalmente após o lançamento dos primeiros *smartphones* 3G. Em 2011, a tecnologia de quarta geração (4G) incorporou as características e funcionalidades da sua antecessora, aumentando a capacidade de transferência de dados. A nova tecnologia possibilitou a popularização dos recursos multimídia, ampliando a possibilidade de uso de serviços de *streaming* de vídeos, músicas e videochamadas (WEI *et al.*, 2014; AL-NAMARI; MANSOOR; IDRIS, 2017).

Desde as redes 2G, para melhorar o acesso aos serviços móveis, cada nova geração buscou o aumento da velocidade de transmissão de dados. Entretanto, a tecnologia 5G difere das gerações anteriores, porque além do aumento significativo de velocidade, a comunicação em tempo real e a comunicação massiva entre máquinas também são requisitos que impulsionam o desenvolvimento da nova tecnologia (AL-NAMARI; MANSOOR; IDRIS, 2017). A quinta geração de redes móveis promete flexibilidade e capacidade para suportar grandes inovações tecnológicas, como computação em nuvem, cidades inteligentes “*smart cities*”, carros autônomos, vídeos 3D, serviços médicos remotos, realidade virtual e aumentada e a internet das coisas.

A figura 4 sintetiza a evolução das gerações de redes móveis.

Figura 4 – Evolução das gerações de redes móveis

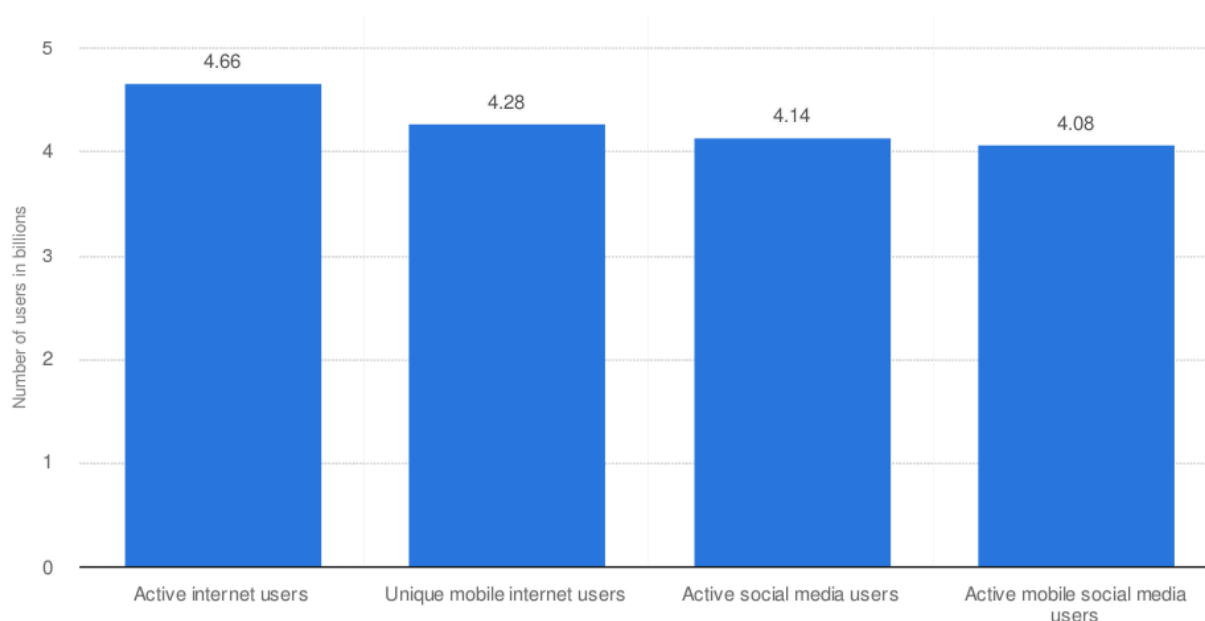


Fonte: Adaptado de Qualcomm (2019).

O uso da internet móvel faz parte da vida diária dos usuários de *smartphones* e *tablets*, permitindo-lhes acessar e compartilhar informações a qualquer momento e em qualquer lugar. A internet é um pilar fundamental da sociedade da informação moderna, conectando bilhões de pessoas em todo o mundo. De acordo com dados de Johnson (2021), a população móvel global chegou a 4,28 bilhões de usuários únicos. O celular agora se tornou o canal mais importante de acesso à internet em todo o mundo, uma vez que os usuários da internet móvel representam 91% do total de seus usuários. O tráfego de transmissão de dados móveis global deve aumentar quase sete vezes entre 2017 e 2022.

A figura 5 mostra a população digital global em outubro de 2020.

Figura 5 – População digital global em outubro de 2020



Fonte: Johnson (2021).

A tecnologia 5G marca a próxima geração de redes móveis e representa uma revolução em vários aspectos, com requisitos como transportar uma grande quantidade de dados em menor tempo, conectar com segurança um número extremamente grande de dispositivos e processar grandes volumes de dados com o mínimo de atraso. É amplamente aceito que a 5G não será apenas um avanço incremental na tecnologia de quarta geração (4G), mas sua proposta vai além do simples aumento da capacidade de vazão do transporte de dados (ANDREWS *et al.*, 2014; OLIVEIRA; ALENCAR; LOPES, 2018). A quinta geração de redes móveis permitirá maior velocidade e menor latência, elementos essenciais para sua confiabilidade e capacidade de atender uma grande quantidade de dispositivos para atender a conectividade massiva (ALÉN-SAVIKKO, 2019).

Agiwal, Roy e Saxena (2016) mostram que a visão das redes 5G consiste em fornecer velocidade de transferência de dados muito altas, normalmente da ordem de Gbps, latência extremamente baixa, aumento múltiplo na capacidade de conexões simultâneas e melhoria significativa na qualidade de serviço percebida pelos usuários em comparação com a atual redes 4G. Jabagi, Park e Kietzmann (2020) reforçam e afirmam que três novos recursos para as redes móveis 5G possibilitam níveis de velocidade de transmissão de dados sem

precedentes, reduções significativas na latência e alta capacidade de conexões simultâneas entre dispositivos.

Para Shankaranarayanan e Ghosh (2017), a demanda explosiva de velocidade para transmissão de dados em redes móveis por aplicações como vídeos de alta definição, realidade aumentada e internet tátil força a indústria a desenvolver uma série de novas tecnologias para atender novos serviços, como IoT, carros autônomos, automação industrial e telemedicina. Como resultado, as redes 5G são projetadas desde o início para atingir não apenas os indicadores de desempenho tradicionais, como capacidade e cobertura, mas também novos indicadores de densidade de conexão, latência, confiabilidade e eficiência de energia. Para a maioria dos ISPs, a 5G é uma evolução que abrangerá toda a infraestrutura de rede móvel com grandes oportunidades de negócios e potencial de receita, mas grande investimento se faz necessário para construir uma infraestrutura que permitirá fornecer flexibilidade, escalabilidade e capacidade de lidar com uma combinação heterogênea de cenários de uso e implantação de operações econômicas.

Para compreender o desafio para desenvolvimento da tecnologia 5G, destacam-se três requisitos¹ principais:

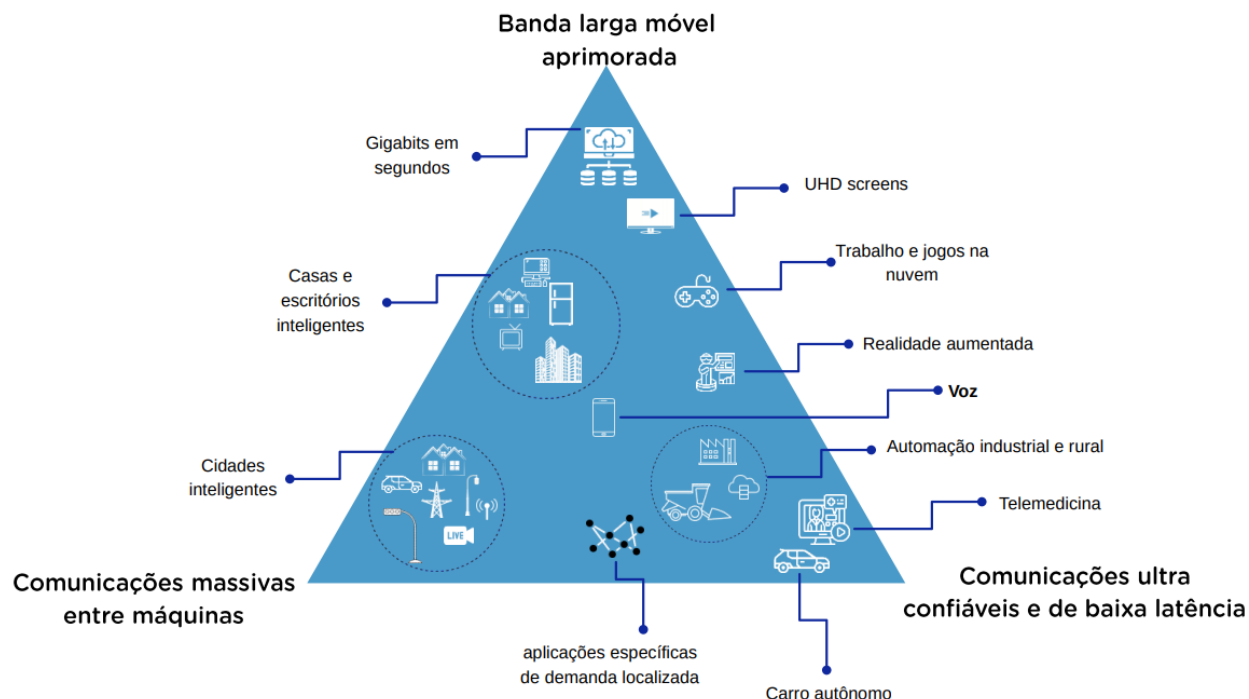
- Velocidade de transmissão de dados: necessidade de aumentar o tráfego de dados móveis, que tem apresentado demanda explosiva, de 10 Mbps para acima de 100 Mbps, podendo atingir um pico de 20 Gbps;
- Latência: ser capaz de suportar uma latência de 4 milissegundos em comparação com os 10ms atuais, podendo chegar a 1 milissegundo para aplicações ultra confiáveis; e
- Conexão massiva: suportar com eficiência um conjunto muito maior e diversificado de dispositivos, podendo conectar até 1 milhão de dispositivos por quilômetro quadrado.

Deve-se enfatizar que nem todos requisitos precisam ser atendidos simultaneamente. Por exemplo, aplicativos que exigem velocidade de transmissão de dados muito alta, como *streaming* de vídeo de alta definição, podem ter requisitos de latência e confiabilidade menores em comparação com carros autônomos ou aplicações de segurança pública, onde latência e confiabilidade são fundamentais, mas taxas de dados mais baixas podem ser toleradas (ANDREWS *et al.*, 2014).

¹ Os requisitos técnicos serão detalhados na seção 4.2.

A figura 6 apresenta a visão do ITU para os cenários de uso da 5G.

Figura 6 – Visão IMT-2020: cenários de uso 5G



Fonte: Adaptado de ITU (2015).

De acordo com Oliveira, Alencar e Lopes (2018), a flexibilidade será uma das características definidoras das redes 5G. Essa flexibilidade resultará em grande parte da introdução do software de rede, onde o hardware da rede central e as funções do software são separados, com suporte às redes definidas por software (*Software Defined Networks – SDN*) e virtualização de funções de rede (*Network Functions Virtualization - NFV*).

A adoção da virtualização permite construir uma diversidade de serviços 5G diferenciados pela utilização do fatiamento da rede (*network slicing*), observamos dessa forma, este atributo se consolidando como a técnica que confronta abertamente o princípio da neutralidade de rede.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo descreve a metodologia de pesquisa utilizada, a caracterização da pesquisa, os procedimentos para a coleta, análise e interpretação dos dados.

3.1 Caracterização da pesquisa

Dados os objetivos propostos, a pesquisa desenvolvida teve como referência metodológica uma abordagem qualitativa. Para Creswell (2010, p. 26), “a pesquisa qualitativa é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano”. Gil (2019) complementa que a pesquisa qualitativa “se baseia no pressuposto de que a realidade pode ser vista sob múltiplas perspectivas”.

Creswell (2010, p. 52) afirma que “uma das principais razões para se conduzir um estudo qualitativo é que o estudo é exploratório”. Isso em geral significa que pouco foi escrito sobre o assunto.

Gil (2019, p.26) sustenta que:

Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis sobre ele.

Do ponto de vista de seus objetivos metodológicos, esta pesquisa consistiu de um estudo de caráter exploratório, uma vez que por mais que o tema redes móveis de quinta geração seja de fato conhecido e explorado, pouco se observou na literatura entre o impacto das redes 5G e o princípio da neutralidade de rede, dessa forma, esta pesquisa buscou proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito.

A pesquisa exploratória apresenta menor rigidez no planejamento e habitualmente envolve levantamento bibliográfico e documental (GIL, 2019). Existem diferentes formas de se realizar uma revisão da literatura. Nesta pesquisa, optou-se por realizar a revisão bibliográfica tradicional, também conhecida como revisão narrativa.

A revisão narrativa é uma forma não sistematizada de revisão da literatura. Ela possibilita adquirir e atualizar conhecimentos sobre um determinado tema, não havendo a obrigação de os autores informarem detalhadamente os procedimentos ou critérios utilizados para selecionar e avaliar as referências incluídas na análise, visto que a forma

de seleção é variável e está sujeita a vieses de interpretação e à análise crítica pessoal do pesquisador (ROTHER, 2007).

Do ponto de vista de procedimento técnico principal, os dados para descrever o estado da arte requeridos pela pesquisa e para construir a análise realizada foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica, tendo a pesquisa documental sido utilizada para dar voz aos atores institucionais.

A pesquisa bibliográfica foi elaborada com base em material já publicado. Os periódicos constituem a principal fonte bibliográfica utilizada nas revisões de literatura. Para que os artigos possam ser úteis na revisão da literatura, é necessário que tenham sido elaborados com rigor científico (GIL, 2019). Por meio de pesquisa bibliográfica, foram recuperados dados nas bases acadêmicas que serão apresentadas na seção 3.2.

De acordo com Gil (2019), “são considerados documentos [...] qualquer objeto que possa contribuir para a investigação de determinado fato ou fenômeno”. Foram consideradas como fontes documentais da pesquisa, as publicações das organizações oficiais para desenvolvimento da tecnologia 5G, como ITU e 3GPP, e, adicionalmente, publicações disponíveis nos sites oficiais desses órgãos e demais órgãos responsáveis pela padronização da tecnologia 5G.

O quadro 9 apresenta os principais pontos do método de pesquisa:

Quadro 9 – Métodos de pesquisa

Método de Pesquisa	
Natureza	Aplicada
Objetivo metodológico	Exploratório
Abordagem	Qualitativa
Gênero	Pesquisa teórica e empírica
Revisão de literatura	Revisão Narrativa
Procedimento técnico principal	Pesquisa bibliográfica e Pesquisa documental

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Coleta dos dados

A coleta de dados é um processo que visa a reunir os dados para posterior análise. A revisão da literatura pode ser entendida como uma técnica de investigação que busca encontrar pistas e apontar caminhos para a solução de um problema. Conseqüentemente, para ser bem-sucedida, mesmo quando optamos por uma revisão não sistemática de literatura, é necessário algum planejamento. Em geral, as principais etapas do planejamento de uma pesquisa são a coleta de dados, a análise e a interpretação e a redação do texto.

De acordo com Gil (2019, p. 73):

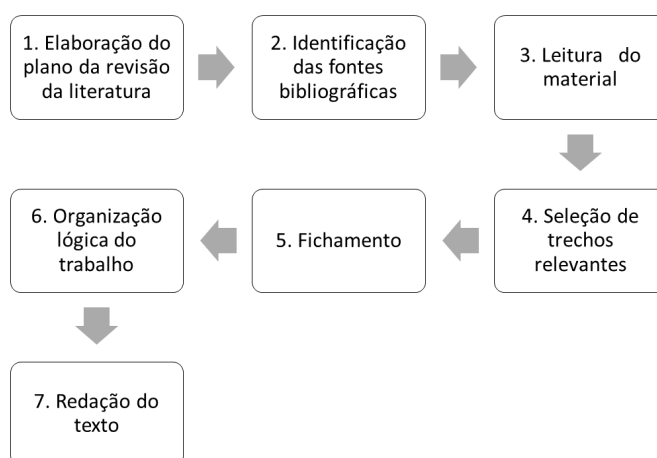
A revisão da literatura promove o levantamento acerca do que já se conhece em relação ao assunto que está sendo pesquisado. Possibilita, portanto, identificar lacunas no conhecimento existente e, conseqüentemente, orientar a pesquisa com o propósito de preenchê-las.

Para Creswell (2010), revisão da literatura:

[...] significa localizar e resumir os estudos sobre um tópico. Com frequência esses são estudos de pesquisa (desde que você esteja conduzindo um estudo de pesquisa), mas podem também incluir artigos conceituais ou reflexões que proporcionem estruturas para se pensar sobre os tópicos. Não há uma única maneira de condução de uma revisão da literatura [...]

A figura 7 apresenta as etapas da revisão da literatura realizada neste estudo, planejada de acordo com as “etapas da revisão da literatura” de Gil (2019, p. 78).

Figura 7 – Etapas da revisão da literatura.



Fonte: Adaptado de Gil (2019, p. 78).

De acordo com as etapas da revisão apresentados por Gil (2019, p. 78), acrescidas dos “passos na condução de uma revisão da literatura” sugeridos por Creswell (2010, p. 55), são descritas as etapas adotadas nesta pesquisa:

1. Elaboração do plano da revisão da literatura

Por meio da revisão de literatura narrativa e contextual, buscou-se identificar o que se conhece sobre as temáticas abordadas nesta pesquisa, sendo elas política de informação, governança da internet, tecnologia, neutralidade de rede e redes 5G.

2. Identificação das fontes bibliográficas

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas seguintes bases acadêmicas: Scopus, Web of Science, Science Direct, ProQuest, IEEE Xplore, Gale, SpringerLink, JSTOR, Emerald, SAGE journals, EBSCO, SSRN e SciELO.

O quadro 10 mostra as temáticas abordadas na pesquisa estruturadas em tópicos e subtópicos. Assim, foram definidos os termos de pesquisa utilizados para a recuperação dos trabalhos na pesquisa bibliográfica.

Quadro 10 – Tópicos, subtópicos e termos de pesquisa

Tópico	Subtópico	Termo de Pesquisa
Política de Informação	Regime de Informação	“information policy” AND
	Poder Informacional	
Governança da internet	Arquitetura da internet	“internet governance”
	Neutralidade de Rede	
Redes 5G	Atores da tecnologia 5G	(5g OR “network slicing”) AND “net neutrality”
	Requisitos, especificações e padrões	
	Fatiamento de rede (<i>Network slicing</i>).	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Apêndice A sintetiza os tópicos e subtópicos desenvolvidos nesta pesquisa, com alguns dos conceitos retirado deles, e os principais autores.

Para a pesquisa documental, as buscas foram realizadas nos portais oficiais das principais organizações responsáveis por criar requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G, além de sites governamentais, agências reguladoras e portais de mídia especializados em tecnologia e telecomunicações.

O quadro 11 apresenta os locais de coleta de documentos para a pesquisa.

Quadro 11 – Fontes documentais

ITU	3GPP	Organizações de Padronização
Documentos oficiais e relatórios: - Setores ITU - Grupos de Estudos (SGs) - Grupos de Trabalho (WPs) - Assembleias	Documentos oficiais e relatórios: - Setores 3GPP - Grupos de Especificação Técnica (TSGs) - Grupos de Trabalho (WGs)	Publicações: - Parceiros Organizacionais - Parceiros de Representação de Mercado - Membros Individuais

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Apêndice B sintetiza as principais fontes documentais consultadas ao longo da pesquisa.

3. Leitura do material

Após a recuperação dos trabalhos, constituído principalmente por artigos revisados por pares, dissertações, teses, documentos, relatórios técnicos e notícias, passou-se à sua leitura com a finalidade de identificar as informações e os dados constantes dos materiais para estabelecer relações entre essas informações e o problema de pesquisa proposto.

Com o objetivo de aprofundar a pesquisa nas temáticas de interesse e para selecionar mais trabalhos relacionados, foi realizada uma busca nas referências dos trabalhos recuperados para encontrar artigos proeminentes da área, estes também foram recuperados e incluídos na base de dados da pesquisa.

4. Seleção de trechos relevantes:

A partir da leitura do material, procedeu-se à seleção dos trechos com o objetivo de identificar as definições de termos, conceitos e controvérsias relacionadas com o problema

que está sendo pesquisado. Os resultados e conclusões obtidas pelos autores nos estudos foram analisados em busca de lacunas percebidas na literatura.

5. Fichamento

Consistiu de marcações e comentários nos textos selecionados, extraindo as principais ideias obtidas pela leitura e um resumo de avaliação crítica da relevância do seu conteúdo perante o problema que está sendo pesquisado.

6. Organização lógica do trabalho

Para gerenciar referências, ler, anotar e editar os materiais recuperados, utilizou-se o software gratuito *Mendeley*¹. Os documentos foram armazenados e organizados por tópicos e subtópicos e as referências bibliográficas ajustadas de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

7. Redação do texto

O texto desta pesquisa foi escrito através da plataforma em nuvem *Overleaf*², um editor \LaTeX usado para escrever, editar e publicar documentos científicos atendendo as diversas normas existentes, entre elas a ABNT.

¹ Mendeley Reference Manager - <www.mendeley.com/reference-management>

² Overleaf, Editor \LaTeX *on-line* - <www.overleaf.com>

3.3 Procedimentos para análise e interpretação dos dados

De acordo com Garcia e Silva (2017), em razão da própria natureza dos temas relacionados à neutralidade de rede, é necessário realizar uma investigação interdisciplinar, envolvendo dimensões de análise interdependentes. Seguindo essa diretriz, três dimensões foram estruturadas: uma perspectiva técnica, outra econômica e por fim a política de informação (Quadro 12).

Quadro 12 – Dimensões de análise da pesquisa

Dimensão de análise	Descrição
Técnica	Requisitos, especificações e padrões para desenvolvimento da tecnologia 5G.
Econômica	Interesses econômicos dos principais atores que tomam parte da conformação da internet.
Política de Informação	Princípios, leis e normas regulatórias que abordam a neutralidade de rede de acordo com os atores envolvidos com a tecnologia 5G.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta pesquisa, foi feita uma análise multidimensional por meio de três dimensões: técnica, econômica e política de informação. Considerou-se que a análise multidimensional é uma forma de representar e observar o resultado obtido com o cruzamento de múltiplas dimensões de análise. Para melhor compreensão, na seção 4.4.2, tal análise será apresentada por meio de um cubo, cujas faces representam as dimensões e as células os elementos presentes em cada dimensão.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

Este capítulo visa a apresentar os principais resultados obtidos nesta pesquisa, sendo ele estruturado em quatro seções que irão abordar os seguintes temas: Principais atores da tecnologia 5G; Requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G; Fatiamento de rede (*Network slicing*); e Análise dos resultados.

4.1 Principais atores da tecnologia 5G

Esta seção visa a identificar os principais atores institucionais que têm desenvolvido requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G.

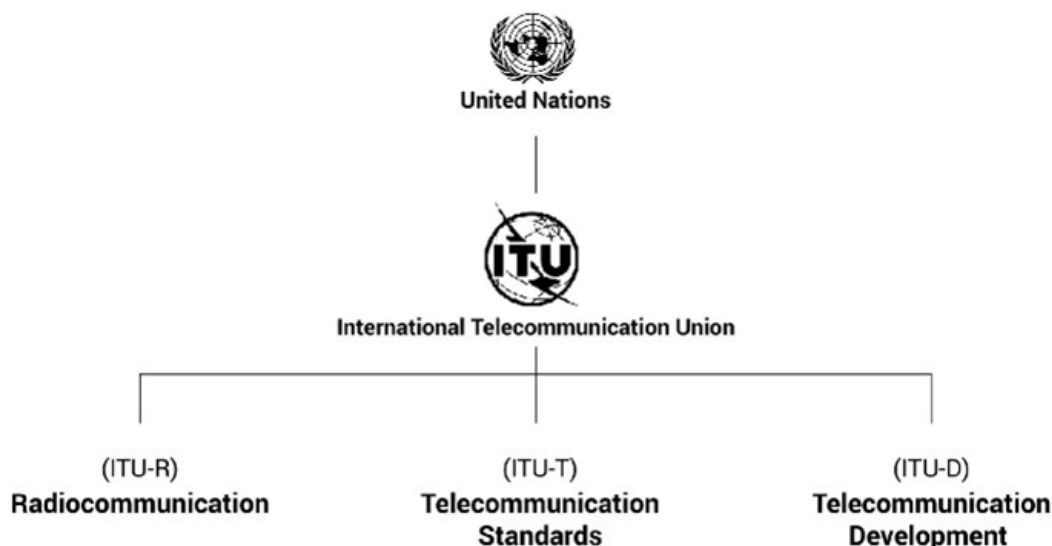
As duas principais entidades mundiais responsáveis pela padronização das redes móveis de quinta geração (5G) são o *International Telecommunications Union* (ITU) e o *Third Generation Partnership Project* (3GPP). Em linhas gerais, o papel da primeira entidade é definir os requisitos e recomendações que servirão de base para o desenvolvimento da tecnologia, enquanto a atribuição da segunda é especificar e coordenar o desenvolvimento de padrões técnicos para o atendimento dos requisitos e recomendações definidos pelo ITU (MORAES, 2019).

ITU

O ITU, agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU), é responsável por questões de TIC, foi fundada em 1865 para facilitar a conectividade internacional em redes de comunicações. Desde 1990, o ITU tem liderado esforços internacionais para desenvolver e padronizar globalmente a tecnologia de redes móveis (3G, 4G e agora 5G). Atualmente, são membros do ITU 193 Estados-membros, 900 empresas, universidades e organizações internacionais e regionais (ITU, 2021a). No ITU, membros dos setores público e privado trabalham para ajudar a construir as políticas de TIC, padrões globais e melhores práticas para difundir o acesso aos serviços de TIC. Os padrões internacionais produzidos pelo ITU são denominados “Recomendações”.

Para gerir vários aspectos das questões de TIC, o ITU é composto por três setores que funcionam através de conferências e reuniões. A figura 8 mostra o relacionamento da ONU, ITU e os três setores.

Figura 8 – Principais setores do ITU



Fonte: Shao (2020).

- *Radiocommunication Sector* (ITU-R): Responsável pela gestão do espectro de radiofrequência internacional e recursos de órbita de satélite mediante elaboração de normas para o uso eficaz do espectro de radiofrequências. Realiza estudos sobre o desenvolvimento de sistemas de radiocomunicações e sobre as operações de ajuda em caso de catástrofes, incluindo previsão, deteção, alerta e assistência em caso de desastre (ITU, 2021f).
- *Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T): Responsável por determinar os padrões da infraestrutura global de TIC. Os padrões definidos no ITU-T são essenciais para a interoperabilidade das TICs e permitem comunicações globais, garantindo que as redes e dispositivos de TIC dos países sejam interoperáveis (ITU, 2021e).
- *Telecommunication Development Sector* (ITU-D): Responsável por promover a cooperação internacional e solidariedade na prestação de assistência técnica para a criação, desenvolvimento e aperfeiçoamento de telecomunicações, TIC, equipamentos e redes em países em desenvolvimento (ITU, 2021b).

O trabalho do ITU na esfera das radiocomunicações está focado no setor ITU-R. Diversos Grupos de Estudos (SGs) do ITU-R desenvolvem recomendações com o objetivo de estabelecer características técnicas e operacionais que serão incorporadas aos sistemas e serviços de redes móveis globais. Em Assembleias de Radiocomunicação (RAs), com representantes do governo, indústria e setor privado, os grupos de estudo são estabelecidos e questões são atribuídas para que os grupos possam buscar as recomendações preliminares. O ITU-R aprecia as recomendações, que, aprovadas são utilizadas como fontes primárias para desenvolvimento do sistema internacional de telecomunicações móveis multimídia de banda larga global, denominado *International Mobile Telecommunications* (IMT).

Atualmente, existem seis grupos de estudos especializados do ITU-R (Quadro 13).

Quadro 13 – Grupos de estudos ITU-R

Grupo	Área	Site
SG 1	Gerenciamento de espectro	< www.itu.int/go/ITU-R/sg1 >
SG 3	Propagação de ondas de rádio	< www.itu.int/go/ITU-R/sg3 >
SG 4	Serviços de satélite	< www.itu.int/go/ITU-R/sg4 >
SG 5	Serviços terrestres	< www.itu.int/go/ITU-R/sg5 >
SG 6	Serviços de radiodifusão	< www.itu.int/go/ITU-R/sg6 >
SG 7	Serviços científicos	< www.itu.int/go/ITU-R/sg7 >

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dos grupos de estudo, subgrupos, conhecidos como Grupos de Trabalho (WPs) e Grupos de Tarefas (TGs) são estabelecidos para estudar as questões atribuídas aos diferentes grupos de estudo.

O Grupo de Estudo 5 (SG 5) do ITU-R é responsável por tratar dos estudos técnicos para sistemas e redes que operam nos serviços fixos, móveis, radiodeterminação, amador e amador por satélite. É composto por quatro Grupos de Trabalho (WPs), que estão sintetizados no quadro 14. O Grupo de Estudo 5 e seus grupos de trabalho mantêm uma série de recomendações (ITU, 2021c) e relatórios (ITU, 2021d) relativos às ações dos grupos. O Grupo de Trabalho 5D (WP 5D) executa ações diretamente relacionadas com problemas de sistemas e redes do IMT, compreendendo os atuais IMT-2000, IMT-Advanced e IMT-2020.

Quadro 14 – Grupos de trabalho do SG5

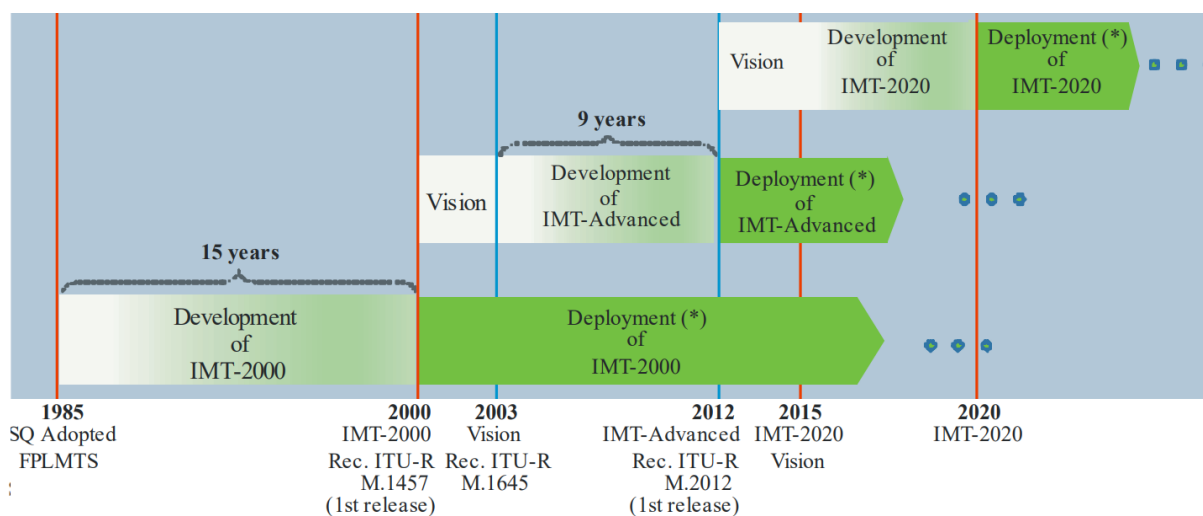
Grupos de trabalho (WPs)	Escopo
WP 5A	serviço móvel terrestre acima de 30 MHz (excluindo IMT); acesso sem fio no serviço fixo; e serviços de radioamador e radioamador por satélite
WP 5B	serviço móvel marítimo, incluindo o Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS); serviço móvel aeronáutico; e serviço de radiodeterminação.
WP 5C	sistemas fixos sem fio; e faixa High frequency (HF) e outros sistemas abaixo de 30 MHz nos serviços fixos e móveis terrestres
WP 5D	sistemas IMT

Fonte: Elaborado pelo autor.

O IMT inclui os requisitos e indicadores de desempenho que cada geração de rede móvel deve atender para suportar o aumento exponencial da demanda de comunicação sem fio, por exemplo, aumento do número de usuários, maiores taxas de dados e novos serviços que exigem maior Qualidade de Serviço (QoS). O IMT está em constante aprimoramento, sendo todos os sistemas de banda larga móvel (3G, 4G e 5G) baseados nos padrões IMT do ITU. O conjunto inicial de padrões IMT foi aprovado pelo ITU no ano 2000, denominado IMT-2000, e marcou o lançamento da tecnologia 3G. Em janeiro de 2012, o ITU definiu a tecnologia celular sem fio 4G, IMT-Advanced. Em 2015, foi iniciado o processo de desenvolvimento da próxima geração. O documento nomeado de *International Mobile Telecommunications-2020* (IMT-2020) apresenta os requisitos que deverão ser atendidos na tecnologia 5G.

A figura 9 mostra a evolução dos padrões IMT:

Figura 9 – Evolução dos padrões IMT-2000, IMT-Advanced & IMT-2020



Fonte: ITU (2015).

3GPP

O 3GPP foi criado em dezembro de 1998, quando o *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) fez parceria com outros *Standards Developing Organizations* (SDOs) de todo o mundo para desenvolver uma especificação para um sistema de telefonia móvel 3G, baseado no sistema 2G GSM, no âmbito do IMT. O 3GPP não é um “organismo de padronização”, pelo contrário, o 3GPP desenvolve e mantém especificações técnicas globais com o objetivo de garantir que os fabricantes de equipamentos de rede e telefones celulares possam desenvolver produtos que sejam interoperáveis em todo o mundo (QUALCOMM, 2017; 3GPP, 2020b).

Após o processo de especificação e padronização do 3G, o 3GPP se consolidou como consórcio dominante¹ no mundo das telecomunicações móveis e, dessa forma, o escopo de atuação foi alterado para incluir a especificação e o desenvolvimento das tecnologias 4G e 5G. Diversas organizações no mundo, como *5G Infrastructure Public Private Partnership* (5GPPP), *Next Generation Mobile Networks* (NGMN), entre outras, estão envolvidas com

¹ 3GPP2: Na mesma época, outro grupo denominado Third Generation Partnership Project 2 (3GPP2) foi criado com participação de empresas e associações governamentais de telecomunicações do Japão, China, América do Norte e Coreia do Sul. O 3GPP2 é a organização por trás de outro sistema de celular móvel 3G, o CDMA2000, que é uma atualização 3G para redes *cdmaOne*, usadas até serem abandonadas, principalmente nos Estados Unidos e alguns locais do Japão, China, Canadá, Coreia do Sul e Índia. O 3GPP2 teve sua última atividade em 2013 e as redes *cdmaOne* não são mais instaladas atualmente. Percebe-se, por meio desse exemplo, que o estabelecimento de padrões técnicos do setor de telecomunicações conforma processos que instituem ganhadores e perdedores, traz consequências econômicas para os agentes envolvidos e, em última instância, para a sociedade.

o propósito de desenvolver especificações técnicas para padronizar a nova rede de telefonia móvel, mas o 3GPP se destaca como um participante líder, tendo concluído dois *Releases* com aprovação do ITU. (BLANCHARD, 2015; 3GPP, 2020a).

O 3GPP é um projeto global que conta com organizações de normalização e empresas de telecomunicações responsáveis por desenvolver novas tecnologias interoperáveis de redes móveis em todo o mundo. Composto por diferentes grupos, tem como membros principais sete organizações de desenvolvimento de padrões de telecomunicações nacionais ou regionais da Europa, Japão, China, Coreia do Sul, EUA e Índia (ARIB² , ATIS³ , CCSA⁴ , ETSI⁵ , TSDSI⁶ , TTA⁷ , TTC⁸) conhecidos como “Parceiros Organizacionais”.

A figura 10 mostra os membros principais do 3GPP.

Figura 10 – Parceiros Organizacionais 3GPP



Fonte: 3GPP (2020b).

² ARIB: <www.arib.or.jp>

³ ATIS: <www.atis.org>

⁴ CCSA: <www.ccsa.org.cn>

⁵ ETSI: <www.etsi.org>

⁶ TSDSI: <www.tsdsi.in>

⁷ TTA: <www.tta.or.kr>

⁸ TTC: <www.ttc.or.jp/e>

O quadro 15 descreve os membros principais do 3GPP.

Quadro 15 – Parceiros Organizacionais 3GPP

Nome abreviado	Organização	País / Região
ARIB	The Association of Radio Industries and Businesses	Japão
ATIS	The Alliance for Telecommunications Industry Solutions	EUA
CCSA	China Communications Standards Association	China
ETSI	The European Telecommunications Standards Institute	Europa
TSDSI	Telecommunications Standards Development Society	Índia
TTA	Telecommunications Technology Association	Coreia do Sul
TTC	Telecommunication Technology Committee	Japão

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os sete parceiros organizacionais 3GPP realizam as seguintes tarefas:

- Aprovação e manutenção do escopo 3GPP;
- Manutenção da descrição do Projeto de Parceria;
- Decidir sobre a criação ou cessação de grupos de especificação técnica;
- Aprovar o escopo e termos de referência dos grupos de especificação técnica;
- Aprovar os requisitos de financiamento do Parceiro Organizacional;
- Alocar recursos humanos e financeiros fornecidos pelos Parceiros Organizacionais ao grupo de coordenação do projeto;
- Atuar como instância de recurso nas matérias processuais que lhes sejam submetidas;
- e
- Convidar Parceiros de Representação de Mercado para participar do 3GPP

Além dos membros principais, vinte e duas organizações são credenciadas como membros associados do 3GPP e oferecem uma visão dos requisitos do mercado, sendo denominadas de “Parceiros de Representação de Mercado”(5G Americas⁹, 5G MAG¹⁰, 5G-IA¹¹, 5GAA¹², 5G-ACIA¹³, 5GDNA¹⁴, , AECC¹⁵, BIF¹⁶, COAI¹⁷, CSAE¹⁸, CTIA¹⁹

⁹ 5G Americas: <www.5gamericas.org>

¹⁰ 5G MAG: <www.5g-mag.com>

¹¹ 5G-IA: <www.5g-ppp.eu/5g-infrastructure-association>

¹² 5GAA: <www.5gaa.org>

¹³ 5G-ACIA: <www.5g-acia.org>

¹⁴ 5GDNA: <www.5gdna.org>

¹⁵ AECC: <www.aecc.org>

¹⁶ BIF: <www.broadbandindiaforum.com>

¹⁷ COAI: <www.coai.com>

¹⁸ CSAE: <www.sae-china.org>

¹⁹ CTIA: <www.ctia.org>

, ESOA²⁰, GCF²¹, GSA²², GSM Association²³, IPV6 Forum²⁴, NGMN e.V.²⁵, PSCE²⁶, Small Cell Forum²⁷, TCCA²⁸, TDIA²⁹, WBA³⁰).

A figura 11 mostra os membros associados do 3GPP.

Figura 11 – Parceiros de Representação de Mercado 3GPP



Fonte: 3GPP (2020b).

-
- 20 ESOA: <www.esoa.net>
 21 GCF: <www.globalcertificationforum.org>
 22 GSA: <www.gsacom.com>
 23 GSM Association: <www.gsma.com>
 24 IPV6 Forum: <www.ipv6forum.com>
 25 NGMN e.V.: <www.ngmn.org>
 26 PSCE: <www.psc-europe.eu>
 27 Small Cell Forum: <www.smallcellforum.org>
 28 TCCA: <www.tcca.info>
 29 TDIA: <www.tdia.cn>
 30 WBA: <www.wballiance.com>

O quadro 16 descreve os membros associados do 3GPP.

Quadro 16 – Parceiros de representação de mercado 3GPP

Nome abreviado	Organização	País / Região
5G Americas	5G Americas	Estados Unidos
5G MAG	5G Media Action Group	Suíça
5G-IA	5G Infrastructure Association	Bélgica
5GAA	5G Automotive Association	Alemanha
5G-ACIA	5G-ACIA	Alemanha
5GDNA	5G Deterministic Networking Alliance	China
AECC	Automotive Edge Computing Consortium	Estados Unidos
BIF	Broadband India Forum	Índia
COAI	Cellular Operators Association of India	Índia
CSAE	China Society of Automotive Engineers	China
CTIA	CTIA	Estados Unidos
ESOA	EMEA Satellite Operators Association (ESOA)	Bélgica
GCF	Global Certification Forum	Reino Unido
GSA	Global Mobile Suppliers Association	Reino Unido
GSM Association	GSM MoU Association	Reino Unido
IPV6 Forum	IPV6 Forum	Reino Unido
NGMN e.V.	Next Generation Mobile Networks Alliance	Alemanha
PSCE	Public Safety Communication Europe Forum	Bélgica
Small Cell Forum	Small Cell Forum	Reino Unido
TCCA	The Critical Communications Association	Reino Unido
TDIA	Telecommunication Development Industry Alliance	China
WBA	Wireless Broadband Alliance Ltd.	Singapura

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os vinte e dois parceiros de representação do mercado 3GPP realizam as seguintes tarefas:

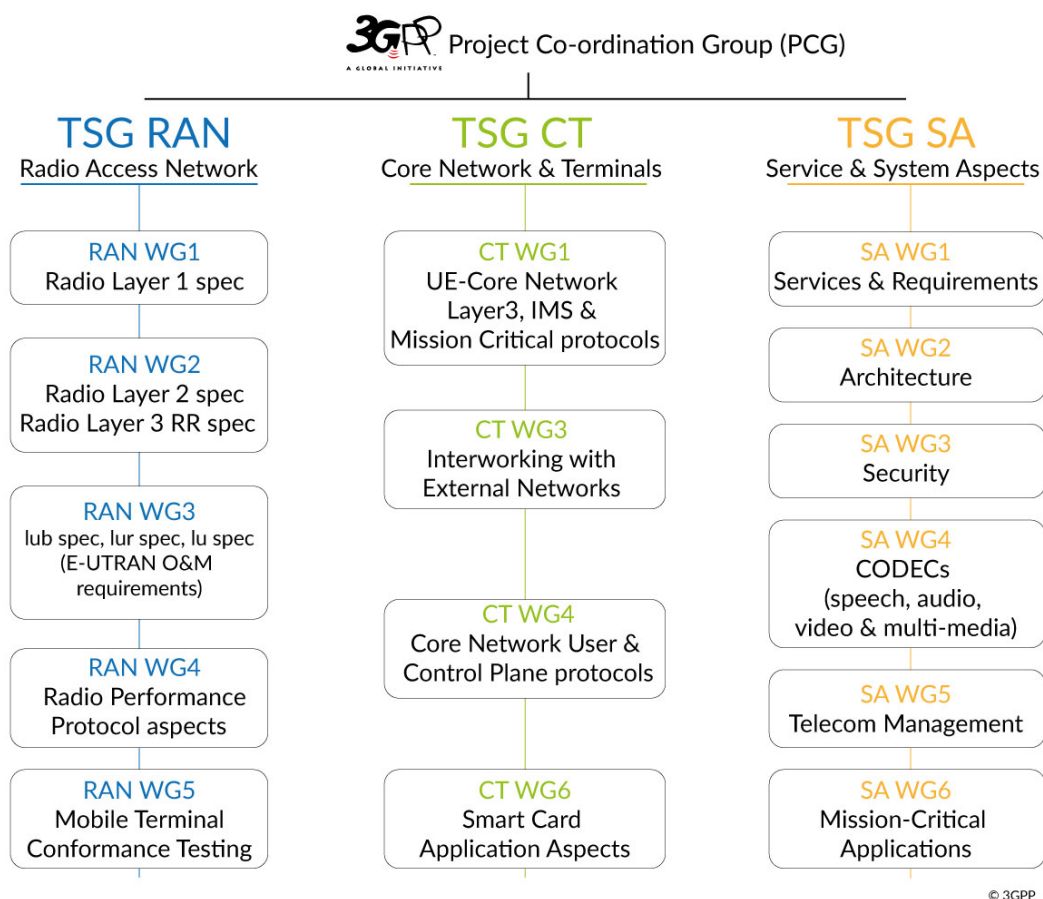
- Visualizar requisitos de mercado (por exemplo, serviços, recursos e funcionalidade) que se enquadram no escopo 3GPP;
- Definir, publicar e estabelecer padrões no âmbito do 3GPP, nacional ou regionalmente;
- e
- Comprometer com todo ou parte do escopo 3GPP.

O 3GPP fornece a seus membros um ambiente estável para produzir relatórios e especificações que definem padrões técnicos das diversas tecnologias de comunicações móveis, sendo o trabalho de especificação 3GPP feito em Grupos de Especificação Técnica (TSGs) e Grupos de Trabalho (WGs). Existem três grupos de especificações técnicas,

cada um dos quais consiste em vários grupos de trabalho que dividem os tópicos a serem padronizados em numerosas atividades paralelas.

A figura 12 mostra os Grupos de Especificação Técnica e Grupos de Trabalho.

Figura 12 – Grupos de Especificação Técnica (TSGs) e Grupos de Trabalho (WGs)



Fonte: 3GPP (2020b).

O projeto cobre tecnologias de telecomunicações celulares, incluindo acesso de rádio, rede central e capacidades de serviço, que fornecem uma descrição completa do sistema para telecomunicações móveis. O trabalho de especificação e padronização 3GPP é construído com a contribuição de mais de 700 empresas que participam do processo por meio de sua associação a um Parceiro Organizacional. Cada uma dessas 700 empresas são chamadas de “Membros Individuais”.

A tabela 1 exibe a quantidade de membros individuais por Parceiro Organizacional e o País/Região de atuação da organização.

Tabela 1 – Quantidade de membros individuais por parceiro organizacional e o país ou região de atuação

Parceiro Organizacional	País / Região	Membros Individuais
ARIB	Japão	27
ATIS	EUA	54
CCSA	China	128
ETSI	Europa	447
TSDSI	Índia	20
TTA	Coreia do Sul	26
TTC	Japão	11

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que algumas empresas multinacionais aumentaram sua participação no processo decisório de especificação de padrões do 3GPP, associando-se a múltiplos parceiros organizacionais. Por exemplo, empresas como Apple, Cisco, Ericsson, Huawei, Intel, LG Eletronics, Qualcomm, Samsung, entre outras, são credenciadas em mais de um Parceiro Organizacional.

As empresas associadas como membros individuais do 3GPP foram identificadas, agrupadas pelo Parceiro Organizacional que credenciou sua participação no 3GPP, distribuídas entre as regiões ou países de atuação deste parceiro e podem ser consultadas no Anexo A.

As especificações 3GPP são estruturadas como (*Releases*). Cada *release* incorpora centenas de documentos de especificações provenientes de relatórios técnicos produzidos nos grupos de especificação técnica e grupos de trabalho, sendo, após passar por muitas revisões as especificações, incorporadas a padrões. O foco principal para todos os *releases* do 3GPP é tornar o sistema compatível com versões anteriores e posteriores sempre que possível, para garantir que a operação do equipamento do usuário seja ininterrupta. Os documentos são disponibilizados gratuitamente no site do 3GPP.

O chamado *Release-X* (Rel-X) é composto por um conjunto de blocos arquitetônicos, protocolos e funcionalidades, aprimorados para serem adicionados ao sistema anteriormente existente, em que “X” é um número sequencial que distingue as gerações. Uma versão de *Release* é “congelada” quando nenhum novo recurso pode mais ser adicionado, senso

permitidas apenas correções essenciais aos padrões. Um *Release* é “fechado” quando é descontinuado e não há mais mudanças ou alterações.

O quadro 17 mostra os *Releases* do 3GPP desde o ano 2000, com breve descrição das atividades especificadas.

Quadro 17 – Cronograma de lançamentos 3GPP

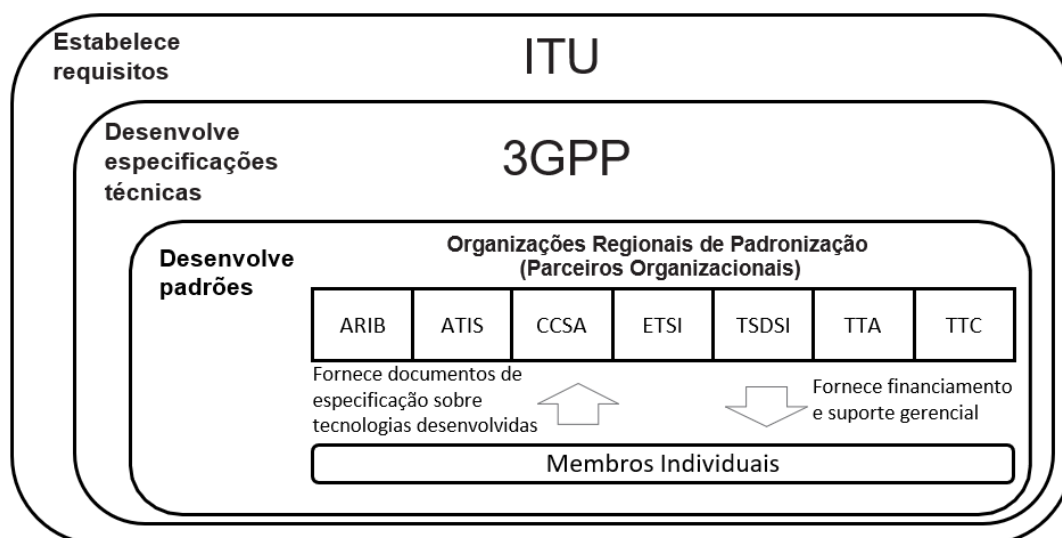
Release 3GPP	Ano de Lançamento	Tecnologias
Rel-17	2021	5G: “Aprimorado”
Rel-16	2020	5G: Fase 2 (URLLC)
Rel-15	2018	5G: Fase 1
Rel-14	2017	4G/5G: CUPS
Rel-13	2016	4G: LTE-U, LTE-LAA, LTE-M
Rel-12	2015	4G: Carrier Aggregation
Rel-11	2012	4G: HetNet, CoMP
Rel-10	2011	4G: LTE-Advanced
Rel-9	2009	4G: LTE / UMTS “Interoperabilidade”
Rel-8	2008	4G: LTE
Rel-7	2007	3G: HSPA+
Rel-6	2004	3G: HSUPA, IMS “Aprimorado”
Rel-5	2002	3G: IMS e HSDPA
Rel-4	2001	3G: UMTS all-IP Core
Rel-99	2000	3G: UMTS

Fonte: Elaborado pelo autor.

O trabalho do 3GPP é focado na produção de especificações técnicas para geração dos novos sistemas de comunicações móveis. Estas especificações são construídas de forma colaborativa pelos seus parceiros organizacionais. Após o ITU estabelecer os requisitos esperados para a nova tecnologia, o 3GPP coordena as sete organizações regionais de padronização que os compõem, para buscarem o desenvolvimento de padrões técnicos que atendam aos requisitos da ITU. Diante disso, as sete organizações regionais de padronização financiam e oferecem suporte gerencial para seus membros desenvolverem os padrões da nova tecnologia. Os documentos de especificação dos padrões desenvolvidos são agrupados pelo 3GPP em *Releases* e submetidos ao ITU para que possam ser referendados como Recomendações ITU.

A figura 13 sintetiza o processo de especificação e padronização.

Figura 13 – Processo de especificação e padronização



Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Noda (2012, p. 96).

4.2 Requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G

Esta seção visa a descrever os requisitos, especificações e padrões técnicos da quinta geração de redes móveis.

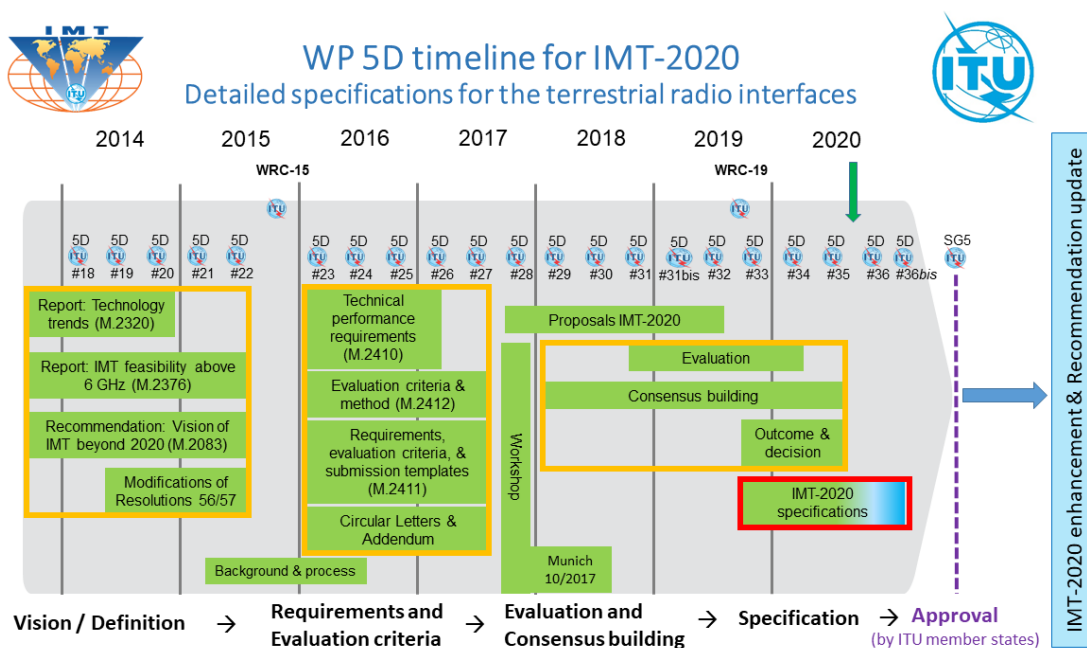
No início de 2012, o ITU iniciou um programa para desenvolver IMT-2020, preparando o cenário para as atividades de pesquisa 5G, que estavam surgindo em todo o mundo. Um ano depois, através do Grupo de Trabalho 5D, o setor de radiocomunicações do ITU apresentou o cronograma para o IMT-2020.

Para garantir o sucesso do IMT-2020, o WP 5D definiu um processo sofisticado desde o início do estudo de tendências até a conclusão dos trabalhos de padronização. O processo inclui cinco estágios:

1. Visão / Definição;
2. Requisitos e critérios de avaliação;
3. Avaliação e Construção de consenso;
4. Especificação; e
5. Aprovação.

A figura 14 mostra o cronograma de especificação IMT-2020.

Figura 14 – Cronograma de especificação IMT-2020



Fonte: ITU (2020).

Segundo Pongratz (2020), a construção do consenso é feita com o objetivo de alcançar a harmonização global e ter um potencial de amplo suporte da indústria para as interfaces de rádio desenvolvidas para IMT.

Em setembro de 2015, o ITU-R finalizou o IMT-2020³¹, que definiu um conjunto de requisitos associados à tecnologia 5G. O IMT-2020 visa a fornecer uma visão e metas para as organizações e empresas do setor de telecomunicações elaborarem as especificações e padrões da próxima geração de redes móveis. A Recomendação ITU-R M.2083 descreve em detalhes o quadro do futuro desenvolvimento do IMT-2020, aprimorando os sistemas IMT-2000 (3G) e IMT-Advanced (4G) com a inclusão de uma ampla variedade de recursos associados aos cenários de uso previstos (ITU, 2015).

Com alta velocidade de transmissão de dados, baixa latência e cobertura massiva, a tecnologia 5G pretende impulsionar o desenvolvimento de cidades inteligentes e a IoT, fornecendo uma plataforma flexível que possibilite novos casos de negócios e integre indústrias verticais, como automotiva, manufatura, energia, cibermedicina e entretenimento.

³¹ IMT for 2020: Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx>> Acesso em 20 jan. 2021

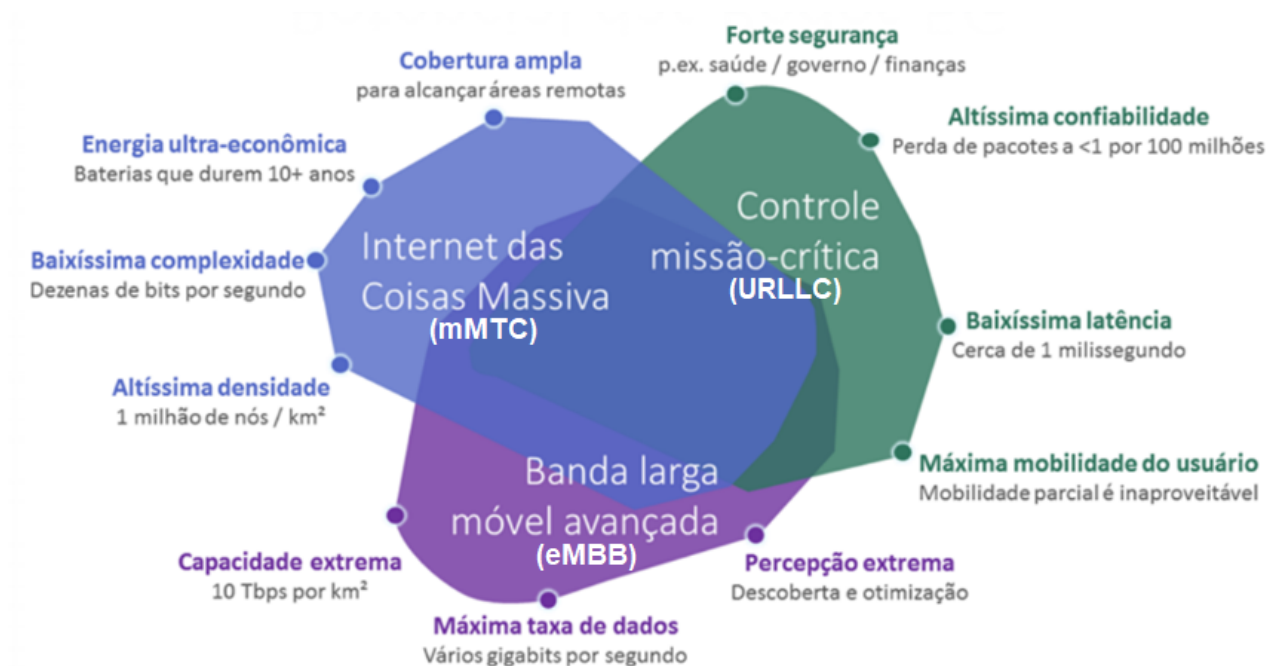
O IMT-2020 define três casos de uso principais correspondentes aos diferentes tipos de serviços 5G.

- *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB) – Banda larga móvel avançada: acesso à internet com grande largura de banda, adequado para navegação na web, streaming de vídeos e realidade virtual.
- *Ultra-reliable Low Latency Communication* (URLLC) – Comunicação de baixa latência ultraconfiável: serviços para dispositivos sensíveis à latência, tais como as aplicações de automação de fábrica, a direção autônoma de veículos e a cirurgia remota.
- *Massive Machine Type Communication* (mMTC) – Comunicação do tipo máquina massiva: suporte a um número muito grande de dispositivos, em áreas restritas ou mais abrangentes, como exemplificado nos diferentes casos de uso da IoT.

Além dos casos de uso apresentados, outros tipos de serviços devem ser suportados pela tecnologia 5G.

A figura 15 ilustra alguns exemplos de aplicações pretendidas:

Figura 15 – Cenários de aplicações 5G

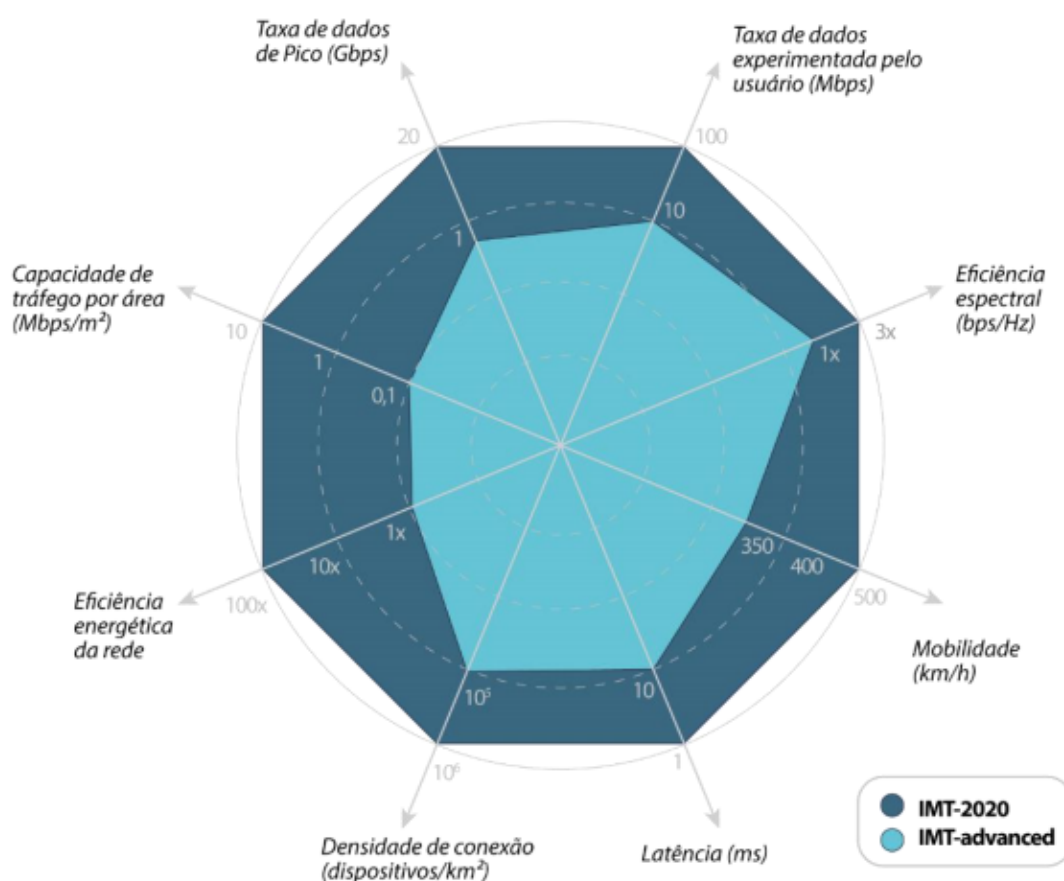


Fonte: Adaptado de Qualcomm (2016).

A Recomendação ITU-R M.2083-0 apresenta oito requisitos considerados os principais recursos do IMT-2020. Eles incluem, por exemplo, o aumento em 10 vezes da velocidade de transmissão digital experimentada pelo usuário, de 10 Mbps para acima de 100 Mbps, podendo atingir um pico de 20 Gbps; latência de 4 milissegundos em comparação com os 10ms atuais, podendo chegar a 1 milissegundo para aplicações ultraconfiáveis; e a capacidade para conectar até 1 milhão de dispositivos por quilômetro quadrado.

Os requisitos estão ilustrados na figura 16, contrapondo os requisitos do sistema IMT-2020 (5G) a seu predecessor, o IMT-Advanced (4G).

Figura 16 – Requisitos IMT-2020 para 5G

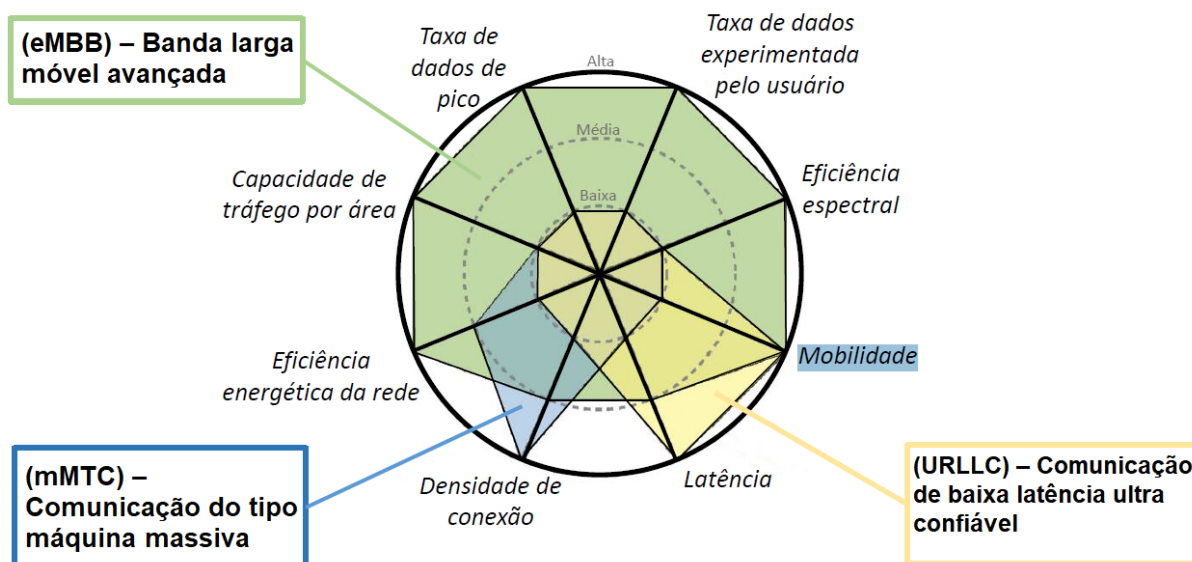


Fonte: Adaptado de ITU (2015).

A necessidade de atender diversos cenários diferentes faz com que a tecnologia 5G apresente diferenciação dos requisitos. Embora todos os requisitos sejam importantes para o funcionamento da rede, para a maioria dos casos de uso, a relevância de certos requisitos pode ser significativamente diferente.

Utilizando uma escala indicativa com três níveis como "alta importância", "média" e "baixa", a figura 17 apresenta o nível de importância de cada requisito da tecnologia 5G para os três principais casos de uso: eMBB, uRLLC e mMTC.

Figura 17 – A importância dos principais requisitos em diferentes cenários de uso



Fonte: Adaptado de ITU (2015).

Para os cenários eMBB, que demanda altas transferências de dados, os requisitos mais importantes são:

- Velocidade de transmissão digital experimentada pelo usuário;
- Máxima velocidade de transmissão digital de pico;
- Eficiência espectral;
- Capacidade de tráfego por área;
- Eficiência energética da rede; e
- Mobilidade.

Para alguns cenários uRLLC, por exemplo, veículos autônomos que necessitam de comunicação ultraconfiável, a baixa latência e a mobilidade são os requisitos de maior importância para garantir a segurança, enquanto altas velocidades de transferência de dados podem ser menos importantes.

No cenário de comunicação massiva de tipo de máquina mMTC, alta densidade de conexão é o requisito de maior importância, pela necessidade de oferecer suporte para

todos os dispositivos da rede que podem transmitir apenas ocasionalmente, com baixa velocidade de transmissão digital e mobilidade muito baixa.

O escopo da 5G é muito mais amplo do que as gerações anteriores de redes móveis. Observa-se grande aprimoramento para os recursos de serviços existentes, os múltiplos cenários evidenciam a necessidade de diferenciação dos serviços. O fatiamento de rede (*network slicing*) surge como recurso que permite a flexibilidade e a diferenciação dos serviços das redes 5G e será explorado na próxima seção.

4.3 Fatiamento de rede (*Network slicing*)

A rede 5G oferece novas aplicações com diversos requisitos, conforme apresentado na seção 4.2. A quarta geração de redes móveis mostrou-se insuficiente para atender a diversidade de casos de uso previstos pelas novas tecnologias. Este cenário motivou a especificação de uma nova arquitetura de redes móveis, flexível o suficiente para criar redes lógicas capazes de atender serviços diferenciados. Esta seção visa a descrever o recurso técnico denominado fatiamento de rede (*network slicing*) proposto para a 5G.

O fatiamento de rede 5G foi apresentado pela primeira vez pelo *Next Generation Mobile Network* (NGMN). Conforme definido pelo NGMN, uma fatia de rede é uma rede lógica fim-a-fim virtual em execução sobre uma infraestrutura física virtualizada, mutuamente isolada, com controle e gerenciamento independentes, que pode ser criada de acordo com a necessidade. Uma fatia de rede consiste em componentes físicos de domínio compartilhados para oferecer suporte para vários serviços simultaneamente (NGMN, 2015).

Para Iwamura (2015), a flexibilidade por trás do conceito de fatiamento de rede é um aspecto primordial para expandir os negócios existentes em redes móveis e criar novos negócios. Entidades terceirizadas podem com essa tecnologia controlar fatias independentes, a fim de fornecer serviços personalizados.

O fatiamento de rede é um recurso da arquitetura das redes 5G que permite que mais de uma de rede lógica virtualizada e independente ocupe a mesma infraestrutura de rede física (ROST *et al.*, 2017). Cada fatia é uma rede fim-a-fim isolada, adaptada para atender requisitos diferenciados, com níveis de serviço muito diferentes (FOUKAS *et al.*, 2017). O conceito de fatiamento de rede possibilita que múltiplas redes lógicas sejam

construídas em cima de uma plataforma de infraestrutura física compartilhada (AFOLABI *et al.*, 2017).

De acordo com Yousaf *et al.* (2017), as três camadas do fatiamento de rede 5G definidas por NGMN podem ser descritas como:

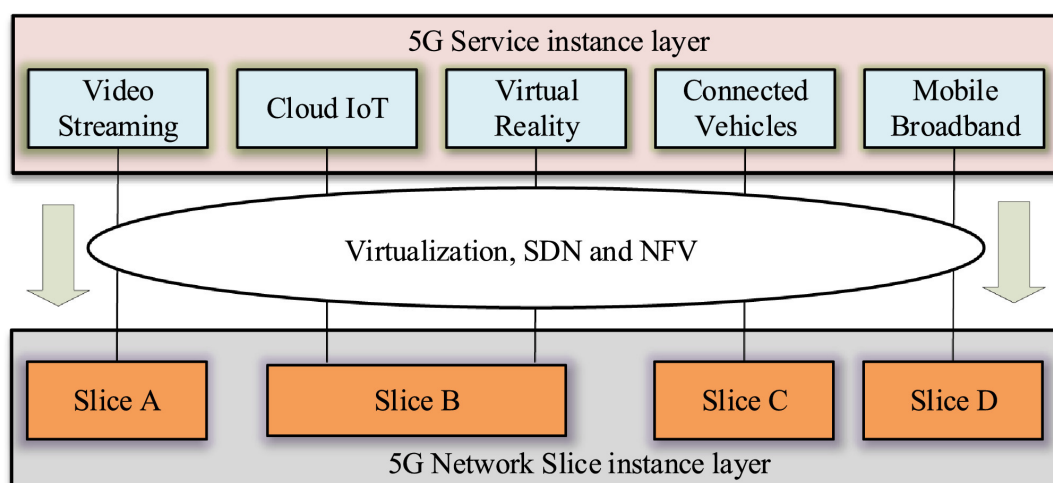
- *5G Resource Layer* (5GRL) – Camada de recurso 5G: consiste em recursos físicos de processamento, memória, armazenamento ou de uma abrangente infraestrutura de rede ou de funções de rede.
- *5G Network Slice Instance* (5GNSI) – Camada de instância de fatia de rede 5G: é suportada pela camada de recursos e fornece as características da rede exigidas por uma instância de serviço.
- *5G Service Instance Layer* (5GSIL) – Camada de instância de serviço 5G: é suportada pela camada de instância de fatia de rede, correspondendo ao usuário final e/ou aos serviços fornecidos por ISPs.

Por meio dos conceitos de redes definidas por software (*Software Defined Networks* – SDN) e virtualização de funções de rede (*Network Functions Virtualization* - NFV), são implementadas fatias de rede flexíveis e escalonáveis em cima de uma infraestrutura de rede comum (YOUSAF *et al.*, 2017; ORDONEZ-LUCENA *et al.*, 2017).

A NFV está associada aos requisitos de flexibilidade, agilidade, escalabilidade e de computação em nuvem. Já a SDN está associada a tornar programáveis os serviços de conectividade fornecidos pelas redes 5G, em que os fluxos de tráfego podem ser orientados e gerenciados dinamicamente para, obter o máximo de benefícios de desempenho (YOUSAF *et al.*, 2017). Para Mendes (2019), a evolução crescente das tecnologias SDN e NFV torna-as reconhecidas como componentes essenciais para as futuras redes 5G.

A figura 18 representa o conceito de fatiamento de rede em três em camadas propostas por NGMN.

Figura 18 – O conceito de fatiamento de rede NGMN



Fonte: Barakabitze *et al.* (2020).

Portanto, uma fatia de rede será composta por uma coleção de funções da rede 5G e configurações de tecnologias de acesso por rádio combinadas para o caso de uso específico de uma empresa (NGMN, 2015).

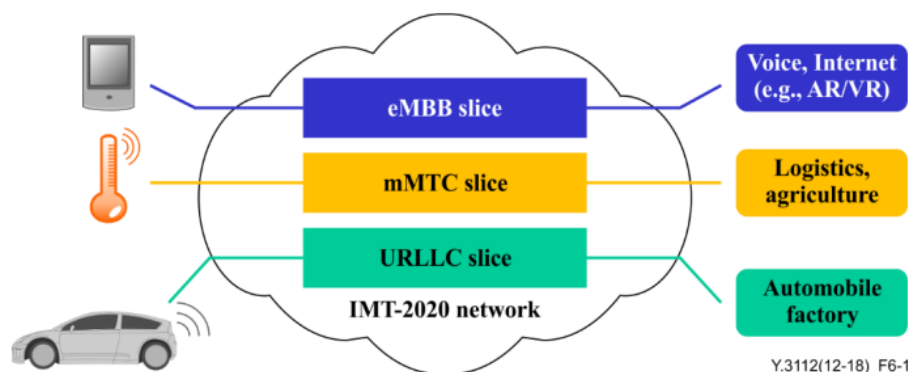
Diferentes órgãos de padronização exploraram a definição de fatiamento de rede por diferentes perspectivas.

O ITU prevê o fatiamento de rede com o conceito básico de software de rede (*network softwarization*), que, de acordo com a recomendação ITU-T Y.3011, permite criar partições de rede isoladas logicamente (*Logical Isolated Network Partitions (LINP)*), uma rede composta por vários recursos virtuais que são isolados de outros LINPs (ITU, 2012). O conceito básico de software de rede é definido na recomendação ITU-T Y.3151 como uma abordagem geral para projetar, implementar, implantar e gerenciar a manutenção dos componentes de rede por programação de software (ITU, 2019).

A recomendação ITU-T Y.3112 descreve o fatiamento de rede como recurso que permite a criação de várias redes virtuais sobre uma infraestrutura física comum. O fatiamento de rede permite que um provedor de conexão forneça redes divididas em várias redes virtuais. Cada fatia de rede pode ser definida de acordo com diferentes requisitos de funcionalidade, desempenho e usuários (ITU, 2018).

A figura 19 ilustra o conceito de fatiamento de rede proposto por ITU.

Figura 19 – Fatiamento de rede



Fonte: Recommendation Y.3112 ITU (2018).

Uma fatia da rede é composta por uma coleção de funções que suportam os requisitos de serviço de cenários de uso específicos. É necessário associar os dispositivos às suas fatias adequadas no intuito de atender aos respectivos requisitos com base no dispositivo ou tipo de serviço. Por exemplo, um telefone celular solicitando alta definição deve ser associado a uma fatia que fornece banda larga aprimorada eMBB. Enquanto uma situação que demanda conexão massiva, com múltiplos sensores medindo a temperatura de uma plantação agrícola, pertence à fatia mMTC e à fatia URLLC, que podem ser alocadas, por exemplo, a um veículo autônomo. Em outras palavras, cada fatia lógica da rede fornece conectividade exclusiva e é configurada de acordo com o serviço a ser disponibilizado, contudo, todas elas compartilham a mesma rede física (MENDES, 2019).

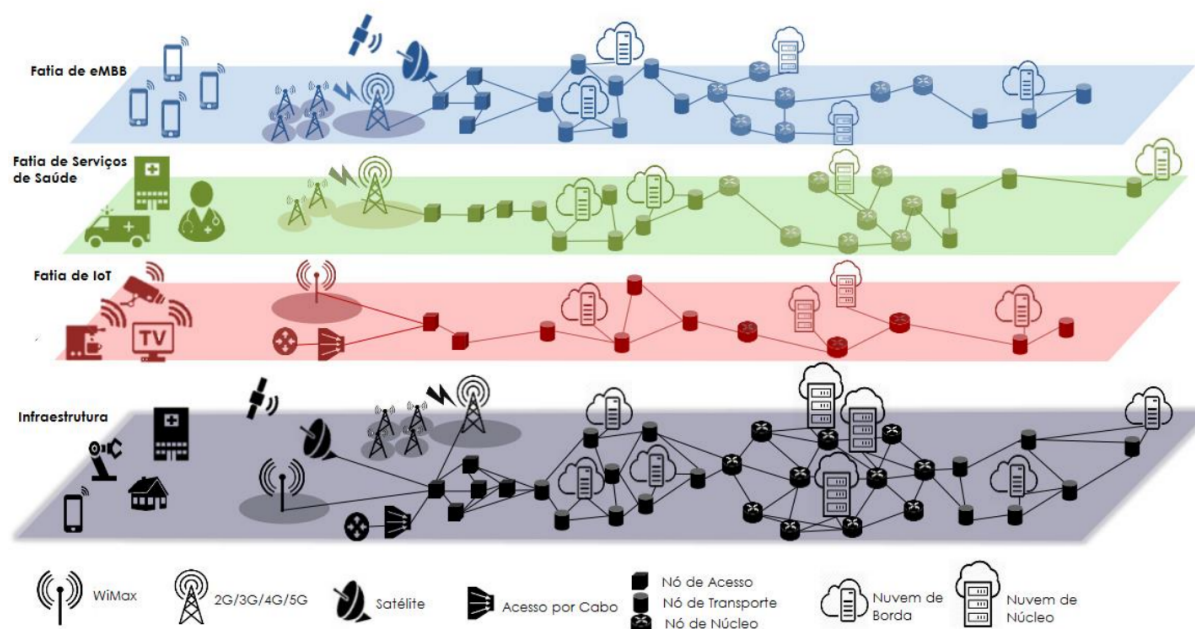
O 3GPP define o fatiamento de rede como uma “tecnologia que permite ao ISP criar redes customizadas para fornecer soluções otimizadas para diferentes cenários de mercado que demandam requisitos diferenciados em termos de funcionalidade, desempenho e isolamento” (3GPP, 2016; FOY; RAHMAN, 2017). O fatiamento de rede evoluiu a partir do TR 22.852 do 3GPP, permitindo que as operadoras compartilhem recursos de rádio LTE (3GPP, 2014).

O ISP, proprietário da infraestrutura de telecomunicações, pode alugar a infraestrutura física para uma operadora de rede móvel virtual (*Mobile Virtual Network Operator* (MVNO ³²)), que, a partir de então, passa a compartilhar essa rede física. Assim, cada fatia de rede pode ser administrada por uma operadora de rede móvel virtual (ZHU; HOSSAIN, 2016).

³² MVNO: Operadora de rede móvel virtual que contrata a utilização de parte da infraestrutura oferecida por um ou mais ISPs e a revende aos consumidores sob sua própria marca comercial

A figura 20 ilustra um exemplo de utilização de uma mesma rede física (infraestrutura) para suportar serviços de IoT, Saúde e eMBB.

Figura 20 – Exemplo prático de fatiamento de rede



Fonte: Mendes (2019).

Sob uma perspectiva de negócios, uma fatia inclui uma combinação de todos os recursos, funções e ativos de rede relevantes e necessários para atender algum negócio ou serviço específico. O fatiamento de rede pode oferecer recursos diferenciados de rádio, nuvem e rede para provedores de conteúdo ou diferentes segmentos verticais da indústria, o que possibilita a diferenciação do serviço pela personalização da operação da rede para atender aos requisitos dos clientes de acordo com o tipo de serviço (JIANG; CONDOLUCI; MAHMOODI, 2016; BARAKABITZE *et al.*, 2020).

As fatias de rede podem ser criadas sob demanda e precificadas de acordo com os recursos utilizados, possibilitando novas formas de relacionamentos com os ISPs (FRIAS; Pérez Martínez, 2018). Dessa forma, para os provedores de conexão, a 5G marca, portanto, uma mudança adicional no modelo de negócios, oferecendo principalmente oportunidade de oferecer serviços diferenciados. Ao criar fatias separadas que priorizam recursos específicos, um ISP, por meio das redes 5G, pode oferecer soluções personalizadas para setores específicos, atendendo desde necessidade de velocidades mais altas, baixa latência ou acesso a recursos de computação avançada.

4.4 Análise dos resultados

Esta seção visa analisar os resultados obtidos para descrever o modo que os requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G lidam com o princípio da neutralidade de rede.

4.4.1 Cenários: Redes 5G vs. Neutralidade de Rede

Observa-se que a 5G representa uma oportunidade para os ISPs criarem novos modelos de negócios, que comportam uma ampla gama de serviços diferenciados para atender inúmeros casos de uso.

O fatiamento de rede permite criar redes virtuais personalizadas com diferentes tipos de tráfego de dados e isolamento entre eles.

A padronização das redes 5G estabeleceu que uma fatia da rede é composta por uma coleção de funções que suportam os requisitos de serviço de casos de uso específicos. Cada uma delas está voltada para aplicações com características distintas que podem ser agrupadas, sendo três fatias apresentadas como as principais:

- eMBB – Banda larga móvel avançada
- URLLC – Comunicação de baixa latência ultraconfiável
- mMTC – Comunicação do tipo máquina massiva

A diversidade estabelecida pelo fatiamento de rede tem implicações significativas sobre o modo como as redes 5G lidam com a neutralidade de rede.

Para explorar totalmente a capacidade dos novos modelos de negócios 5G, os ISPs precisam assumir uma postura aberta de priorização de fluxos de informações em detrimento de outros.

Dessa forma, são identificados dois cenários mutuamente exclusivos para o avanço das redes 5G frente ao princípio da neutralidade de rede: (i) abandono total ou (ii) manutenção parcial da neutralidade de rede.

Cenário 1: Abandono total da neutralidade de rede.

No cenário 1, pode haver o abandono total da neutralidade de rede, do ponto de vista prático o fatiamento de rede oferece aos ISPs a capacidade de segmentar o tráfego de rede para garantir diferenciação entre velocidade de transmissão, latência ou confiabilidade. Segundo Ruiz (2020), os ISPs se desenvolveram como fornecedores de conectividade *dumb pipes*, mas a inovação tecnológica tem permitido a abertura de espaço para um reposicionamento no mercado como *smart pipes*, passando a operar como ofertante de serviços inteligentes. Com a 5G, grandes oportunidades de negócio estão surgindo como soluções de diversificação da atuação no mercado para os ISPs, representando ganhos significativos de escala e escopo nas redes de telecomunicações.

Os ISPs, por meio do fatiamento de rede, podem agora criar diferenciação em suas redes tanto entre as diferentes fatias de rede, quanto entre serviços dentro de uma mesma fatia de rede. Isso permite que eles aloquem e forneçam recursos de rede, incluindo recursos de espectro e hardware, com base no plano do assinante. Este cenário possibilita que as empresas de telecomunicações possam criar planos diferenciados para as distintas classes de serviço (eMBB, mMTC e URLLC), mas também criar planos especiais do mesmo serviço para assinantes que tenham condições financeiras para pagar por um tratamento diferenciado. Dessa forma, os serviços 5G podem acabar seguindo o caminho das companhias aéreas, com todos na rede recebendo serviços com preços e comodidades diferentes (no caso de uma rede sem fio, uma comodidade pode ser o download de vídeos mais rápido) (HIGGINBOTHAM, 2021).

O cenário descrito evidencia a possibilidade de um caminho que estabelece total abandono da neutralidade de rede.

No Brasil, um ato do Presidente da Câmara dos Deputados instituiu, em 09 de dezembro de 2020, o Grupo de Trabalho 5G (GT-5G) para acompanhar a implementação da 5G no país e propor medidas de aperfeiçoamento da legislação relacionada aos serviços de telecomunicações (BRASIL, 2020). Diante dos pontos conflitantes entre a atual legislação brasileira e os requisitos da tecnologia 5G, frente ao cenário de abandono total da neutralidade de rede, faz-se necessário que o plano de trabalho do grupo GT-5G inclua representantes de entidades da sociedade civil em seus debates. É importante que o debate

para a implantação da 5G abra espaço para soluções e cenários que busquem a coexistência da nova tecnologia e dos direitos digitais já estabelecidos e regulamentados.

Cenário 2: Manutenção parcial da neutralidade de rede.

No cenário 2, identifica-se uma possibilidade de coexistência das redes 5G com a aplicação da neutralidade parcial da rede. Observa-se que atualmente a internet não é neutra, mesmo em países que têm leis específicas como o Brasil, existem muitas formas de discriminação sendo praticadas, por exemplo, a prática denominada *zero-rating* (oferta de gratuidade no tráfego de dados associados a determinadas aplicações ou conteúdos) é amplamente comercializada por ISPs, mas incompatível com as disposições normativas estabelecidas sobre neutralidade de rede no país (GARCIA E SILVA; MARQUES, 2019).

A maior parte do debate sobre a neutralidade de rede se concentra em torno de três formas de discriminar um conteúdo ou aplicação específica na internet: bloqueio, discriminação por velocidade ou por preço (RAMOS, 2015). Porém estamos diante de um problema de discriminação de caráter tecnológico. A 5G, por meio do fatiamento de rede, torna a situação mais complexa para a aplicação da neutralidade de rede, pois é intrínseco à arquitetura 5G o tratamento prioritário, discriminatório ou diferenciado de acordo com o caso de uso ou fatia de rede. Dessa forma, consideram-se a aplicação da neutralidade parcial da rede e a garantia de que dentro de uma mesma fatia de rede 5G, conforme estabelecido por Wu (2003), os dados continuem a ser tratados da mesma forma, independentemente de seu conteúdo, dispositivo de acesso, aplicação, hardware, sistema operacional, origem ou destino dos dados.

Na prática, um exemplo de aplicação 5G na área da saúde será nas cirurgias a distância, um médico cirurgião comandará braços robóticos com precisão milimétrica para realizar uma cirurgia em tempo real. De acordo com a concepção de neutralidade parcial da rede, os *bytes* de uma cirurgia remota, por exemplo, custeada pelo Sistema Único de Saúde (SUS), devem receber o mesmo tratamento dos *bytes* de uma cirurgia remota de um plano particular.

O Regulamento (UE) 2015/2120 estabelece algo análogo, na Europa, um ISP pode atribuir tratamento prioritário ou diferenciado para um determinado tipo de aplicação, desde que as demais aplicações da mesma classe também tenham o mesmo tratamento.

Ou seja, o que está vigorando nas redes europeias é uma isonomia por tipo de aplicação (UNIÃO EUROPEIA, 2015). Apesar de o regulamento da UE não segmentar a rede por fatias, conforme proposta da arquitetura 5G, a segmentação por aplicações é uma estratégia similar do ponto de vista de diferenciação do fluxo de dados e neutralidade de rede de forma parcial.

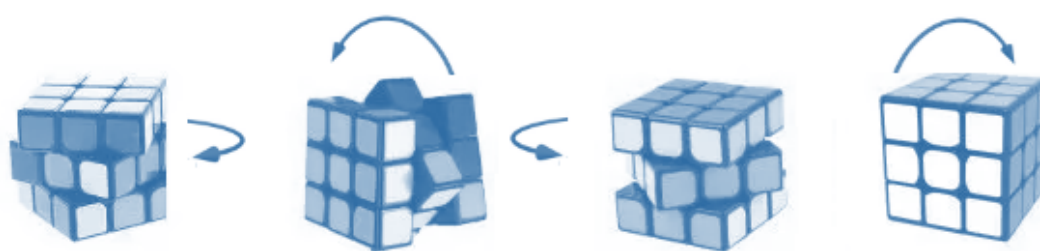
4.4.2 O cubo das dimensões de análise

Para melhor compreensão das interferências dos requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G no princípio da neutralidade de rede, podemos fazer uma analogia das inter-relações entre os elementos presentes nas dimensões de análise e, os resultados obtidos na fase embaralhada do cubo mágico, quebra-cabeça tridimensional também conhecido como cubo de Rubik³³.

O objetivo do cubo de Rubik consiste em desembaralhar as cores do cubo e alinhá-las em suas respectivas faces. A cada movimentação dos elementos, novas situações desafiantes podem ser construídas pelos novos arranjos estabelecidos entre eles.

A figura 21 exemplifica alguns dos movimentos de rotações que podem ser feitos em sentido horário e anti-horário para buscar uma solução para o desafio.

Figura 21 – Movimentos do cubo de Rubik



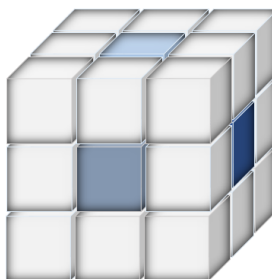
Fonte: Elaborado pelo autor.

No cubo de Rubik, as peças do centro de cada face são sempre as mais importantes, visto que sua combinação é imóvel, com elas determinando quais serão as cores de cada face.

³³ Criado em 19 de maio de 1974 pelo escultor e professor de arquitetura, o húngaro Erno Rubik, com o objetivo de trabalhar com seus alunos conceitos da geometria espacial. O cubo mágico, como era chamado pelo seu criador e assim ficou conhecido no Brasil, começou a ser comercializado em 1980 pela empresa *Ideal Toys*, com o nome de “Cubo de Rubik” (BARBOSA, 2018).

A figura 22 apresenta os elementos centrais do cubo de Rubik.

Figura 22 – Elementos centrais do cubo de Rubik



Fonte: Elaborado pelo autor.

Inspirado no cubo de Rubik e no cubo da governança da internet proposto por Kurbalija (2016, p. 224), apresentamos o cubo das dimensões de análise. Da mesma forma, no cubo das dimensões de análise, as peças do centro de cada face representam um elemento central imóvel que busca através de trocas e re-arranjos aproximar para sua face os demais elementos semelhantes e de seu interesse.

O cubo das dimensões de análise representa através de suas faces as dimensões técnica, econômica e política de informação, definidas na seção 3.3, e cada célula do cubo representa os principais elementos identificados nesta pesquisa, que podem, de alguma forma, exercer poder para gerar interferências na relação entre as redes 5G e o princípio da neutralidade de rede.

A visão é a análise do resultado do rearranjo dos elementos de uma ou mais dimensões em uma determinada face do cubo.

Os elementos da dimensão técnica (requisitos, especificações e padrões) estão relacionados ao exercício do poder através de padrões técnicos, que podem promover interesses específicos que alteram o equilíbrio vigente.

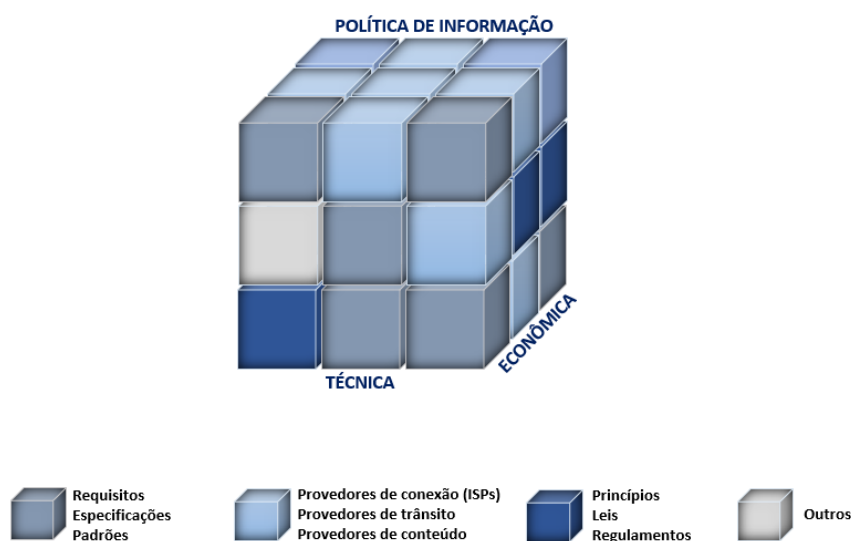
Os elementos da dimensão econômica (ISPs, provedores de trânsito e provedores de conteúdo) estão relacionados às práticas determinadas pelos interesses econômicos dos principais atores do setor empresarial, que podem ter consequências sociais abrangentes.

Os elementos da dimensão política de informação (princípios, leis e regulamentos) estão relacionados às políticas de informação existentes como um meio para viabilizar o acesso, o uso e a distribuição dos dados de forma isonômica, promovendo um ambiente justo e favorável para criação, inovação e difusão do conhecimento.

As demais células do cubo representam a participação de outros atores, como, por exemplo, clientes e usuários que, apesar de terem influência limitada nas decisões sobre a padronização das redes 5G e a construção de políticas de informação, podem ser diretamente afetados por estarem sempre no meio das inter-relações e disputas de poder dos demais elementos.

A figura 23 apresenta o cubo das dimensões de análise.

Figura 23 – O cubo das dimensões de análise



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este modelo difere do cubo de Rubik, uma vez, que no mundo real, o objetivo de desembaralhar as cores do cubo raramente será alcançado nas relações que envolvem poder. A consolidação da hegemonia dos elementos de uma dimensão ocasiona rearranjos dos elementos das outras. Já as infinitas visões criadas em torno das dimensões de análise a cada movimento de um grupo de elementos exemplificam o emaranhado de situações que podem ocorrer e como os movimentos descoordenados, sem respeitar as demais dimensões envolvidas, podem afetar todos os envolvidos.

O cubo das dimensões de análise busca evidenciar como a neutralidade de rede é afetada pelas inter-relações dos possíveis rearranjos que podem ser estabelecidos com a movimentação dos elementos das dimensões técnica, econômica e política de informação em meio a outros atores.

Seguindo o que sugere Kurbalija (2016), os órgãos governamentais, o setor empresarial (iniciativa privada), a sociedade civil e a comunidade técnica (representantes do setor empresarial, da sociedade civil e dos governos) são os agentes responsáveis por criar:

(i) os padrões técnicos; (ii) as políticas de informação; e (iii) os modelos de negócios com diferentes interesses, muitas vezes conflitantes. Então, esses agentes são responsáveis por mover as peças do cubo em cada um dos três eixos.

Observa-se, dessa forma, que as interferências da 5G na neutralidade de rede, estão fortemente relacionadas aos arranjos gerados pelo exercício de poder através de elementos de uma dimensão técnica, motivada por interesses de elementos econômicos, confrontando os elementos das políticas de informação.

4.4.3 Sintetização dos resultados

O quadro 18 sintetiza os tópicos e subtópicos desenvolvidos para alcançar os objetivos específicos ³⁴ estabelecidos que decorreram das dimensões de análise, norteadores da presente dissertação.

Quadro 18 – Sintetização dos resultados

Objetivo específico	Dimensão de análise	Tópicos e subtópicos
a)	Política de Informação	3.1 - Política de informação 3.2 - Governança da internet 3.3 - Tecnologia "a política por outros meios" 3.4 - Neutralidade de rede
b)	Técnica Econômica Política de Informação	4.1 - Principais atores da tecnologia 5G
c)	Técnica Econômica	4.2 - Requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G 4.3 - Fatiamento de rede (Network slicing)
d)	Técnica Econômica Política de Informação	4.4.1 - Cenários Redes 5G vs. Neutralidade de Rede 4.4.2 - O cubo das dimensões de análise

Fonte: Elaborado pelo autor.

³⁴ Objetivos específicos estabelecidos na seção 1.3:

- a) **Examinar** o princípio da neutralidade de rede, que foi estabelecido na ocasião da concepção original da internet.
- b) **Identificar** os principais atores institucionais que têm desenvolvido requisitos, especificações e padrões da tecnologia 5G.
- c) **Descrever** os requisitos, especificações e padrões técnicos da quinta geração de redes móveis.
- d) **Analisar** o modo que os requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G lidam com o princípio da neutralidade de rede.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação assumiu como objetivo geral analisar as interferências dos requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G no princípio da neutralidade de rede, que norteou a concepção original da internet. Para tal, foram explorados conceitos que fundamentaram a pesquisa, como política de informação, governança da internet, tecnologias, neutralidade de rede e redes 5G.

Foi feita primeiramente uma revisão de literatura, que buscou examinar o princípio da neutralidade de rede estabelecido na ocasião da concepção original da internet. Em seguida, foram identificados os principais atores, requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G.

Pela observação dos aspectos analisados, confirma-se que a concepção original da internet, fundamentada no acesso aberto, não discriminatório dos dados, proporciona meios de interação entre pessoas, empresas e governos, contribuindo para o florescimento de ambientes inovadores, competitivos e democráticos.

Tendo em vista os aspectos técnicos da tecnologia 5G observados, constata-se que a quinta geração de redes móveis surge como um ponto de inflexão no futuro das comunicações, com a possibilidade de oferta de conexões com diferentes características e desempenho para bilhões de dispositivos. A 5G promete conectar ainda mais as pessoas e as “coisas”, criar novas oportunidades de serviços e negócios para facilitar nossas vidas e impulsionar o crescimento econômico mundial.

De acordo com Vale (2020), as redes 5G têm potencial para mudar a forma como contratamos e consumimos a internet. Isso significa que as inúmeras possibilidades decorrentes da implementação da 5G estabelecem um verdadeiro “divisor de águas” para o segmento de telecomunicações e para diversos setores da economia, principalmente para a Indústria 4.0, que engloba tecnologias emergentes para automação e troca de dados.

O trabalho empírico da presente pesquisa envolveu a análise de documentos para identificar o modo que os requisitos, especificações e padrões técnicos da tecnologia 5G lidam com o princípio da neutralidade de rede. Deste estudo empírico, foram retirados alguns resultados.

Nesta investigação, constatou-se que a maior parte das discussões sobre as redes 5G se concentram prioritariamente em apresentar as vantagens das altas velocidades

de transmissão de dados, latências mais baixas e suporte para tecnologias como IoT, carros autônomos e cidades inteligentes. Já o recurso mais disruptivo da tecnologia 5G, o fatiamento de rede (*network slicing*), ainda é pouco explorado e compreendido. É na concepção do fatiamento de rede que estão as principais oportunidades de revolucionar a indústria das telecomunicações e a economia, com novos modelos de negócios.

Confirmou-se, conforme argumentação de Reidenberg (1998), que as capacidades tecnológicas e as decisões sobre a arquitetura de sistemas estabelecem regras técnicas para o acesso e uso da informação, como, por exemplo, a seleção de protocolos e padrões de comunicação ou a configuração de acesso pela definição de parâmetros. Lessig (2006) acrescenta que um código (software e hardware) constitui a internet, podendo exercer o papel de leis que delimitam valores e liberdades. Braman (2006, 2010) sintetiza que os padrões, protocolos de comunicação e algoritmos reguladores dos fluxos de *bytes* na internet podem ser empregados para exercício do poder informacional, podendo assim, moldar o comportamento humano.

Portanto, evidencia-se que diante das possibilidades advindas com o fatiamento de rede, a tecnologia 5G “atropela” a neutralidade de rede, de forma que os requisitos, especificações e padrões técnicos podem ter consequências econômicas e sociais abrangentes, promovendo interesses específicos.

Esta pesquisa mostrou que as redes 5G são projetadas com uma arquitetura baseada em serviços diferenciados, sendo que, pelo fatiamento de rede, vários requisitos e casos de uso previstos em ITU (2015) podem ser suportados. Dessa forma, a tecnologia 5G está tecnicamente padronizada para o eventual abandono do princípio da neutralidade de rede. Mas esse eventual abandono ou a manutenção parcial da neutralidade de rede será determinado pelo uso futuro das redes 5G, e isso será resultado de conflitos de interesses econômicos, sociais e políticos.

Por conseguinte, conforme destacado por Ruiz (2020), cabe aos reguladores um olhar em perspectiva, que busque antever o cenário final de estabilidade, devendo estarem eles aptos para responder tempestivamente às diferentes necessidades dos vários segmentos da sociedade durante a jornada de mudança e, ao fim, manter o ambiente regulatório atualizado diante das novas possibilidades.

Levando em consideração esses aspectos, constata-se que na arquitetura 5G, por meio do fatiamento de rede, os ISPs podem discriminar e diferenciar o fluxo das informações de forma que as redes possam deixar de ser neutras. Diante dos fatos, torna-se imprescindível

garantir que a neutralidade de rede siga coexistindo nas redes 5G, mesmo que de forma parcial. Em outras palavras, ainda que apenas dentro de uma mesma fatia de rede 5G, os dados podem continuar a ser tratados de forma isonômica.

Em virtude do que foi mencionado, mesmo com a existência de fatias de rede distintas para atender os diferentes cenários e casos de uso dentro de uma mesma fatia da mesma classe de serviço, é necessário que prevaleça o tratamento isonômico na transmissão dos dados como forma de manter a internet num ambiente democrático que possibilite a inclusão, transformação e inovação.

Embora se evidencie que o potencial das redes 5G gere entusiasmo diante dos novos serviços e novas oportunidades de negócios, sugere-se que os reguladores estabeleçam regras para assegurar a manutenção da neutralidade de rede, mesmo que de forma parcial, dentro de cada uma das suas fatias.

Por fim, conclui-se que os requisitos, especificações e padrões para a tecnologia 5G devem buscar o desenvolvimento tecnológico, alinhados a princípios, leis e normas regulatórias existentes, que asseguram a neutralidade de rede, garantindo assim, que, dentro de uma mesma fatia de rede ou classe de serviços, todos os dados que trafegam na rede recebam tratamento isonômico, mantendo dessa forma a garantia de igualdade de condições para a criação de serviços e negócios economicamente viáveis e benéficos para os usuários da internet.

Considerando os resultados alcançados, outras direções podem ser exploradas em trabalhos futuros. Assim, sugere-se a realização de pesquisas práticas para elucidar fatos que irão surgir com a implantação da tecnologia 5G. Com o avanço da implementação e gradual comercialização das redes 5G, considera-se interessante estabelecer algumas questões para identificar o comportamento dos reguladores da neutralidade de rede frente à implantação da tecnologia 5G, como, por exemplo: Como os planos 5G serão ofertados na prática? Qual o nível de impacto do modelo de negócio 5G para a neutralidade de rede? Como os instrumentos regulatórios sobre neutralidade de rede serão tratados?

Outro ponto interessante consiste em analisar os requisitos que começam a ser definidos para as futuras redes 6G, que podem revelar tendências interessantes para a evolução tecnológica em discussões e estudos futuros.

Referências

- 3GPP. *TR 22.852 V13.1.0: Study on Radio Access Network (RAN) sharing enhancements*. 2014. Disponível em: <<<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=668>>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 83.
- 3GPP. *TR 23.799 V14.0.0: Study on Architecture for Next Generation System*. 2016. Disponível em: <<<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3008>>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 83.
- 3GPP. *3GPP meets IMT-2020*. 2020. Disponível em: <<https://www.3gpp.org/news-events/2143-3gpp-meets-imt-2020>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 68.
- 3GPP. *About 3GPP Home*. 2020. Disponível em: <<https://www.3gpp.org/about-3gpp>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 4 vezes nas páginas 67, 68, 70 e 72.
- AFOLABI, I.; KSENTINI, A.; BAGAA, M.; TALEB, T.; CORICI, M.; NAKAO, A. Towards 5G network slicing over multiple-domains. *IEICE Transactions on Communications*, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, v. 100, n. 11, p. 1992–2006, 2017. ISSN 1745-1345. Citado na página 81.
- AGIWAL, M.; ROY, A.; SAXENA, N. Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, v. 18, n. 3, p. 1617–1655, 2016. ISSN 1553-877X VO - 18. Citado na página 53.
- AL-NAMARI, M. A.; MANSOOR, A. M.; IDRIS, M. Y. I. A Brief Survey on 5G Wireless Mobile Network. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 8, n. 11, p. 52–59, 2017. ISSN 2158107X. Citado na página 51.
- ALÉN-SAVIKKO, A. Network neutrality in the era of 5G – a matter of faith, hope, and design? *Information and Communications Technology Law*, Taylor & Francis, v. 28, n. 2, p. 115–130, 2019. ISSN 14698404. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2019.1587830>>. Citado na página 53.
- AMARAL, B. do. *Estudo da área técnica da Anatel diz que LGPD e Marco Civil provocam 'limitações' ao 5G | TELETIME News*. 2020. Disponível em: <<https://teletime.com.br/09/10/2020/estudo-da-area-tecnica-da-anatel-diz-que-lgpd-e-marco-civil-provocam-limitacoes/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 23.
- AMARAL, B. do. *Neutralidade no Marco Civil da Internet pode ser inibidor de modelos de negócio no 5G | TELETIME News*. 2020. Disponível em: <<https://teletime.com.br/22/06/2020/neutralidade-no-marco-civil-da-internet-pode-ser-inibidor-de-modelos-de-negocio-no-5g/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 23.
- ANATEL. *Participação Social*. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/anatel/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 33.

- ANDREWS, J. G.; BUZZI, S.; CHOI, W.; HANLY, S. V.; LOZANO, A.; SOONG, A. C.; ZHANG, J. C. What will 5G be? *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, IEEE, v. 32, n. 6, p. 1065–1082, 2014. ISSN 07338716. Citado 2 vezes nas páginas 53 e 54.
- BARAKABITZE, A. A.; AHMAD, A.; MIJUMBI, R.; HINES, A. 5G network slicing using SDN and NFV: A survey of taxonomy, architectures and future challenges. *Computer Networks*, v. 167, p. 106984, 2020. ISSN 1389-1286. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128619304773>>. Citado 2 vezes nas páginas 82 e 84.
- BARBOSA, F. V. *O cubo mágico de Rubik: teoria, prática e arte*. 62 p. Tese (Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática)) — Universidade de Brasília, 2018. Citado na página 88.
- BARLOW, J. P. *A Declaration of the Independence of Cyberspace*. 1996. Disponível em: <<https://www.eff.org/pt-br/cyberspace-independence>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 31.
- BEZERRA, A.; WALTZ, I. Privacidade, neutralidade e inimizabilidade da internet no Brasil: avanços e deficiências no projeto do marco civil. v. 16, p. 161–175, 2014. ISSN 1518-2487. Citado na página 42.
- BEZERRA, E. P.; SILVA, Z. C. G. da; GUIMARÃES, Í. J. B.; SOUZA, E. D. de. Regime de informação: abordagens conceituais e aplicações práticas. *Em Questão*, v. 22, n. 2, p. 60–86, 2016. ISSN 1808-5245. Citado na página 27.
- BIJKER, W. Why and How Technology Matters. In: _____. *The Oxford Handbook of Contextual Political Analysis*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 681–706. Citado na página 37.
- BLANCHARD, N. *How ITU, 5GPPP, NGMN and others will create the standard for 5G*. 2015. Disponível em: <<https://www.fiercewireless.com/special-report/how-itu-5gppp-ngmn-and-others-will-create-standard-for-5g>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 68.
- BRAMAN, S. The emergent global information policy regime. In: *The emergent global information policy regime*. [S.l.]: Springer, 2004. p. 12–38. Citado na página 27.
- BRAMAN, S. Information, Policy and Power in the Informational State. *Change of State: Information, Policy and Power*, p. 1–8, 2006. Citado 6 vezes nas páginas 19, 26, 27, 28, 37 e 93.
- BRAMAN, S. The interpenetration of technical and legal decision-making for the internet. *Information Communication and Society*, v. 13, n. 3, p. 309–324, 2010. ISSN 1369118X. Citado na página 19.
- BRASIL. *Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014*. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8771.htm>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 3 vezes nas páginas 41, 42 e 43.
- BRASIL. *Decreto nº 8.771, de 11 de maio de 2016*. 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8771.htm>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 3 vezes nas páginas 41, 42 e 44.

- BRASIL. *Ato do Presidente de 09/12/2020 da Câmara dos Deputados*. 2020. 11 p. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/grupos-de-trabalho/56a-legislatura/implantacao-da-tecnologia-5g-no-brasil/conheca-a-comissao/criacao-e-constituicao/GT5G_Ato_Cria_2020_12_09.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 86.
- CANABARRO, D. A governança da internet: atores, aspectos institucionais e questões políticas em confronto. *ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA POLÍTICA*, v. 8, 2012. Citado na página 29.
- CERF, V.; KAHN, R. A protocol for packet network internetworking. *IEEE Trans. Commun*, v. 22, p. 627–641, 1974. Citado na página 30.
- CGI.BR. *Resolução CGI.br/RES/2009/003/P - Princípios para a governança e uso da internet no Brasil*. 2009. Disponível em: <<https://www.cgi.br/resolucoes/documento/2009/003/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 42.
- CLARKE, R. Origins and Nature of the Internet in Australia. *Emergence*, v. 4, p. 1990–1994, 2004. Citado na página 30.
- CLAUSEWITZ, C. von. Da Guerra; TRADUÇÃO DE Maria Teresa Ramos. *São Paulo: Martins Fontes*, 2010. Citado na página 37.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. ISBN 978-85-363-2358-9. Citado 3 vezes nas páginas 56, 58 e 59.
- DE BOSSEY, C. *Report of the working group on Internet governance*. 2005. 1–24 p. Disponível em: <<https://www.wgig.org/docs/WGIGREPORT.pdf>>. Citado na página 31.
- DENARDIS, L. HIDDEN LEVERS OF INTERNET CONTROL. *Information Communication and Society*, Routledge, v. 15, n. 5, p. 720–738, jun 2012. ISSN 1369-118X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.659199>>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 37.
- DENARDIS, L. *The Global War for Internet Governance*. USA: Yale University Press, 2014. ISBN 0300181353. Citado na página 32.
- FORGIONI, P. A.; MIURA, M. Y. R. O princípio da a Neutralidade e o Marco Civil da Internet no Brasil. *Direito & Internet III - Tomo II*, v. 1, p. 109–136, 2015. Citado na página 43.
- FOUCAULT, M. Em defesa da Sociedade: curso no Collège de France.[Trad.]. *São Paulo: Martins Fontes*, 2005. Citado na página 37.
- FOUKAS, X.; PATOUNAS, G.; ELMOKASHFI, A.; MARINA, M. K. Network Slicing in 5G: Survey and Challenges. *IEEE Communications Magazine*, v. 55, n. 5, p. 94–100, 2017. ISSN 1558-1896 VO - 55. Citado na página 80.
- FOY, X.; RAHMAN, A. Network Slicing-3GPP Use Case. *draft-defoy-netslices-3gpp-network-slicing-02 (work in progress)*, 2017. Citado na página 83.

- FRIAS, Z.; Pérez Martínez, J. 5G networks: Will technology and policy collide? *Telecommunications Policy*, v. 42, n. 8, p. 612–621, 2018. ISSN 03085961. Citado na página 84.
- FROHMANN, B. Taking information policy beyond information science: applying the actor network theory. In: CITESEER. *Annual Conference of the Canadian Association for Information Science*. Edmonton, Alberta, 1995. v. 23, p. 7–10. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.
- GARCIA E SILVA, H. B. *NEUTRALIDADE DE REDE: A PRÁTICA DO ZERO-RATING E O MARCO CIVIL DA INTERNET*. Tese (Mestrado) — Belo Horizonte: Universidade FUMEC. Faculdade de Ciências Empresariais, 2017. Citado 4 vezes nas páginas 28, 30, 34 e 62.
- GARCIA E SILVA, H. B.; KERR PINHEIRO, M. M.; MARQUES, R. M. Política de Informação para a Internet: regulação do zero-rating na União Europeia. *II Seminário Governança das redes e o Marco Civil da Internet*, Belo Horizonte (MG), 2016. Citado na página 49.
- GARCIA E SILVA, H. B.; MARQUES, R. M. Falsa percepção de gratuidade: a prática do zero-rating e o Marco Civil da Internet. *Transinformação*, v. 31, 2019. ISSN 0103-3786. Citado 4 vezes nas páginas 40, 41, 42 e 87.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. ISBN 978-85-970-2098-4. Citado 4 vezes nas páginas 56, 57, 58 e 59.
- GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Caráter seletivo das ações de informação. UFRJ. Escola de Comunicação, 1999. ISSN 0104-9461. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.
- GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Novos cenários políticos para a informação. *Ciência da Informação*, v. 31, n. 1, p. 27–40, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 27.
- GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Regime de informação: construção de um conceito. *Informação & Sociedade*, v. 22, n. 3, p. 43–60, 2012. Citado na página 27.
- GROSSMANN, L. O. *Para TIM, 5G não comporta neutralidade de rede - Convergência Digital - Telecom*. 2020. Disponível em: <<https://sis-publique.convergenciadigital.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=54953&sid=8>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 23.
- HIGGINBOTHAM, S. *Why 5G network slicing is a big deal for IoT - Stacey on IoT | Internet of Things news and analysis*. 2021. Disponível em: <<https://staceyoniot.com/why-5g-network-slicing-is-a-big-deal-for-iot/>>. Acesso em: 10 fev. 2021. Citado na página 86.
- ITU. *Recommendation ITU-T Y.3011 (01/12): Framework of network virtualization for future networks*. 2012. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3011-201201-I>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 82.
- ITU. *Recommendation ITU-R M.2083-0, (09/2015): IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond*. 2015. Disponível em: <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-E.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 6 vezes nas páginas 55, 67, 76, 78, 79 e 93.

- ITU. *Recommendation ITU-T Y.3112 (12/18): Framework for the support of network slicing in the IMT-2020 network*. 2018. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3112-201812-I/en>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 2 vezes nas páginas 82 e 83.
- ITU. *Recommendation Y.3151 (04/19): High-level technical characteristics of network softwarization for IMT-2020 - Part: SDN*. 2019. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3151-201904-I/en>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 82.
- ITU. *On the road to IMT-2020 and the globalization of 5G (July 2020)*. 2020. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/on-road-IMT-2020.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 76.
- ITU. *About ITU*. 2021. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 63.
- ITU. *About the ITU-D and the BDT*. 2021. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-D/Pages/About.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 64.
- ITU. *ITU-R Recommendations*. 2021. Disponível em: <<https://www.itu.int/pub/R-REC>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 65.
- ITU. *ITU-R Reports*. 2021. Disponível em: <<https://www.itu.int/pub/R-REP>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 65.
- ITU. *ITU-T in brief*. 2021. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-T/about/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 64.
- ITU. *Welcome to ITU*. 2021. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/ITU-R/information/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 64.
- IWAMURA, M. NGMN View on 5G Architecture. In: *2015 IEEE 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–5. ISBN 1550-2252 VO -. Citado na página 80.
- JABAGI, N.; PARK, A.; KIETZMANN, J. The 5G Revolution: Expectations Versus Reality. *IT Professional*, v. 22, n. 6, p. 8–15, 2020. ISSN 1941-045X VO - 22. Citado na página 53.
- JIANG, M.; CONDOLUCI, M.; MAHMOODI, T. Network slicing management & prioritization in 5G mobile systems. In: *European Wireless 2016; 22th European Wireless Conference*. [S.l.]: VDE, 2016. p. 1–6. ISBN 3800742217. Citado na página 84.
- JOHNSON, J. *Global digital population as of October 2020* | Statista. 2021. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 2 vezes nas páginas 52 e 53.
- JULIÃO, H. *Economia defende retomada de debate sobre conflito de neutralidade de rede e 5G* | TELETIME News. 2020. Disponível em: <<https://teletime.com.br/22/09/2020/economia-defende-retomada-de-debate-sobre-conflito-de-neutralidade-de-rede-e-5g/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 23.

- KAMIENSKI, C.; MARIZ, D.; SADOK, D.; FERNANDES, S. Arquiteturas de Rede para a próxima geração da internet. *Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores-SBRC 2005*, v. 9, n. 3, p. 1–50, 2005. Citado na página 29.
- KERR PINHEIRO, M. M. *L'État Informationnel et les changements dans les formes de médiations info-communicationnelles des connaissances sur les politiques de l'information*. [S.l.]: Rapport de recherche post-doctorale en Sciences de l'Information et de la... , 2008. Citado na página 26.
- KERR PINHEIRO, M. M. Estado informacional: implicações para as políticas de informação e de inteligência no limiar do século XXI. *Varia Historia*, SciELO Brasil, v. 28, n. 47, p. 61–77, 2012. Citado na página 26.
- KIM, D. A 2020 perspective on “A dynamic model for the evolution of the next generation Internet – Implications for network policies”: Towards a balanced perspective on the Internet’s role in the 5G and Industry 4.0 era. *Electronic Commerce Research and Applications*, Elsevier B.V., v. 41, p. 100966, 2020. ISSN 15674223. Citado na página 23.
- KROL, E.; HOFFMAN, E. *FYI on “What is the Internet?”*. RFC Editor, 1993. RFC 1462. (Request for Comments, 1462). Disponível em: <<https://tools.ietf.org/html/rfc1462>>. Citado na página 19.
- KURBALIJA, J. Uma introdução à governança da internet. *São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil*, 2016. Citado 8 vezes nas páginas 19, 28, 29, 32, 36, 37, 89 e 90.
- KURBALIJA, J.; GELBSTEIN, E. *Governança da Internet: questões, atores e cisões*. [S.l.]: DiploFoundation, Geneva, CH, 2005. Citado na página 32.
- KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. *Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down*. [S.l.]: São Paulo: Editora Pearson, 2014. Citado na página 31.
- LEINER, B. M.; CERF, V. G.; CLARK, D. D.; KAHN, R. E.; KLEINROCK, L.; LYNCH, D. C.; POSTEL, J.; ROBERTS, L. G.; WOLFF, S. A brief history of the Internet. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, ACM New York, NY, USA, v. 39, n. 5, p. 22–31, 2009. ISSN 0146-4833. Citado na página 30.
- LEMLEY, M. A.; LESSIG, L. The end of end-to-end: Preserving the architecture of the internet in the broadband era. *UCLA Law Review*, v. 48, n. 4, p. 925, 2001. ISSN 00415650. Citado na página 38.
- LESSIG, L. *Code Version 2.0 [Code and Other Laws of Cyberspace]*. USA: New York: Basic Books, 2006. ISBN 0465039146. Disponível em: <<http://codev2.cc/download+remix/Lessig-Codev2.pdf>>. Citado 3 vezes nas páginas 19, 37 e 93.
- LOBO, A. P.; COSTA, P. *5G Exige Rediscussão Imediata da Neutralidade da Rede*. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/35CABiT>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 3 vezes nas páginas 21, 23 e 39.
- LOHNINGER, T. *Net Neutrality vs. 5G: What to expect from the upcoming reform in the EU? | epicenter.works*. 2018. Disponível em: <<https://en.epicenter.works/content/net-neutrality-vs-5g-what-to-expect-from-the-upcoming-reform-in-the-eu>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 23.

MACHADO, T. *Cibersegurança será prioridade máxima com a digitalização da sociedade*. 6th Global 5G Event Brazil, 2018. Disponível em: <<http://6thglobal5geventbrazil.org.br/entrevistas/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 39.

MAGNANI, M. C. B.; KERR PINHEIRO, M. M. “Regime” e “Informação”: a aproximação de dois conceitos e suas aplicações na Ciência da Informação|“Regime”and“Information”: the dialogue between two concepts and their application in the Information Science. *Liinc em revista*, v. 7, n. 2, 2011. ISSN 1808-3536. Citado na página 27.

MARQUES, R. M.; GARCIA E SILVA, H. B. Adeus à utopia digital da internet: o sonho acabou. *IV Jornada Científica Internacional da Rede Mussi: Mediações da Informação, Democracia e Saberes Plurais*, IV, n. Belo Horizonte (MG): Escola de Ciência da Informação (UFMG), 2019. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 29.

MARQUES, R. M.; KERR PINHEIRO, M. M. Política de informação nacional e assimetria de informação no setor de telecomunicações brasileiro. *Perspectivas em Ciência da Informação*, SciELO Brasil, v. 16, n. 1, p. 65–91, 2011. Citado na página 26.

MARQUES, R. M.; KERR PINHEIRO, M. M. Informação e poder na arena da internet. *Informacao e Sociedade*, v. 24, n. 1, p. 47–60, 2014. ISSN 18094783. Citado na página 40.

MAY, C. Strange fruit: Susan Strange’s theory of structural power in the international political economy. *Global Society*, Routledge, v. 10, n. 2, p. 167–189, may 1996. ISSN 1360-0826. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13600829608443105>>. Citado na página 28.

MENDES, H. F. S. *Abordagem teórica da aplicação de virtualização de funções de rede na tecnologia de comunicação 5G*. 64 p. Tese (Graduação) — Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, 2019. Citado 3 vezes nas páginas 81, 83 e 84.

MORAES, A. 5G Network Neutrality in Brazil: Novel Technological Challenges to the Brazilian Civil Rights Framework for the Internet. *SSRN Electronic Journal*, p. 1–8, 2019. Citado na página 63.

NGMN. 5G White Paper. *Next generation mobile Networks, white paper*, p. 1–125, 2015. Disponível em: <https://www.ngmn.org/wp-content/uploads/NGMN_5G_White_Paper_V1_0.pdf>. Citado 3 vezes nas páginas 40, 80 e 82.

NGUYEN, V.; MOHAMMED, D.; OMAR, M.; DEAN, P. Net neutrality around the globe: A survey. *Proceedings - 3rd International Conference on Information and Computer Technologies, ICICT 2020*, p. 480–488, 2020. Citado 7 vezes nas páginas 44, 45, 46, 47, 48, 49 e 50.

NODA, A. Standardization activities for next generation mobile communication systems. *Fujitsu Sci. Tech. Journal*, v. 48, n. 1, p. 95–102, 2012. Citado na página 75.

OLIVEIRA, C. E. E. de. ASPECTOS PRINCIPAIS DA LEI Nº 12.965, DE 2014, O MARCO CIVIL DA INTERNET: subsídios à comunidade jurídica. *Senado Federal*, 2014. Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Citado na página 38.

OLIVEIRA, L. A. N.; ALENCAR, M. S.; LOPES, W. T. A. Evolução da Arquitetura de Redes Móveis Rumo ao 5G. *Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação*, v. 8, n. 2, p. 43–50, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 53 e 55.

- ORDONEZ-LUCENA, J.; AMEIGEIRAS, P.; LOPEZ, D.; RAMOS-MUNOZ, J. J.; LORCA, J.; FOLGUEIRA, J. Network Slicing for 5G with SDN/NFV: Concepts, Architectures, and Challenges. *IEEE Communications Magazine*, v. 55, n. 5, p. 80–87, 2017. ISSN 1558-1896 VO - 55. Citado na página 81.
- PATTERSON, G.; HÖTTGES, T.; VESTBERG, H.; SALBAING, C.; PEARCE, R.; SURI, R.; RICHARD, S.; LEROY, D.; BLOK, E.; SABBAGH, K. M.; KIRKBY, A.; CATTANEO, F.; ÁLVAREZ-PALLETE, J. M.; PLATER, A.; BREKKE, S.; DENNELIND, J.; COLAO, V. *5G Manifesto for timely deployment of 5G in Europe*. 2016. 1–7 p. Disponível em: <<https://telecoms.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2016/07/5GManifestofortimelydeploymentof5GinEurope.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 23.
- PEREIRA NETO, C. M. d. S.; LEMOS, R.; ADAMI, M. P.; CARVALHO, F. M. de. *A compatibilidade da prática de zero-rating com a previsão de neutralidade de rede*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 15. ISBN 0000000183. Citado na página 43.
- PONGRATZ, S. *Harmonized ITU IMT-2020 Standards of 3GPP 5G Technologies Lay The Foundation for a Successful Global Ecosystem*. 2020. Disponível em: <<https://www.delloro.com/knowledge-center/white-papers/harmonized-itu-imt-2020-standards-of-3gpp-5g-technologies-lay-the-foundation-for-a-successful-global-ecosystem/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 76.
- POSSEBON, S. *Neutralidade precisa ser repensada diante das exceções do 5G, diz Girasole | TELETIME News*. 2020. Disponível em: <<https://teletime.com.br/09/11/2020/neutralidade-precisa-ser-repensada-diante-das-excecoes-do-5g-diz-girasole/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 23.
- QUALCOMM. *Paving the path to Narrowband 5G with LTE Internet of Things (IoT)*. 2016. Disponível em: <<https://www.qualcomm.cn/media/documents/files/paving-the-path-to-narrowband-5g-with-lte-iot.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 77.
- QUALCOMM. *Understanding 3GPP – starting with the basics*. 2017. Disponível em: <<https://www.qualcomm.com/news/onq/2017/08/02/understanding-3gpp-starting-basics>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 67.
- QUALCOMM. *As 5G launches globally, what comes next?* 2019. Disponível em: <<https://www.qualcomm.com/news/onq/2019/09/24/5g-launches-globally-what-comes-next>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 52.
- RAMOS, P. H. S. *Arquitetura da Rede e Regulação: a neutralidade da rede no Brasil*. 218 p. Tese (Doutorado) — FGV, São Paulo, 2015. Citado 5 vezes nas páginas 33, 38, 39, 41 e 87.
- RAMOS, P. H. S. *Neutralidade da rede: a regulação da arquitetura da internet no Brasil*. São Paulo: Editora IASP, 2018. ISBN 978-85-69419-37-2. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.
- REIDENBERG, J. R. Lex Informatica: The Formulation of Information Policy Rules Through Technology. *Texas Law Review*, HeinOnline, v. 76, n. 3, p. 553, 1998. ISSN 00404411. Citado 3 vezes nas páginas 19, 37 e 93.

ROST, P.; MANNWEILER, C.; MICHALOPOULOS, D. S.; SARTORI, C.; SCIANCALEPORE, V.; SASTRY, N.; HOLLAND, O.; TAYADE, S.; HAN, B.; BEGA, D.; AZIZ, D.; BAKKER, H. Network Slicing to Enable Scalability and Flexibility in 5G Mobile Networks. *IEEE Communications Magazine*, v. 55, n. 5, p. 72–79, 2017. ISSN 1558-1896 VO - 55. Citado na página 80.

ROTHER, E. T. *Systematic literature review X narrative review*. [S.l.]: Departamento de Enfermagem/Universidade Federal de Sao Paulo, 2007. v–vi p. Citado na página 57.

RUIZ, J. E. S. *Smart Pipes: novos modelos de negócios nas telecomunicações*. Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel: Superintendência de Competição, 2020. 57–71 p. (Novos mercados nas telecomunicações: Uma perspectiva sobre as novas frentes para a regulação econômica). Citado 3 vezes nas páginas 23, 86 e 93.

SALTZER, J. H.; REED, D. P.; CLARK, D. D. End-to-end arguments in system design. *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)*, Acm New York, NY, USA, v. 2, n. 4, p. 277–288, 1984. ISSN 0734-2071. Citado na página 29.

SEGURADO, R.; LIMA, C. S. M. de; AMENI, C. S. Regulamentação da internet: Perspectiva comparada entre Brasil, Chile, Espanha, EUA e França. *Historia, Ciencias, Saude - Mangueiras*, v. 22, p. 1551–1571, 2015. ISSN 01045970. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 40.

SETENARESKI, L. E.; PERES, L. M.; BONA, L. C. E.; Duarte Jr., E. P. Panorama mundial da regulação da neutralidade da rede Panorama mundial. p. 278–310, 2020. Disponível em: <<https://revista.internetlab.org.br/panorama-mundial-da-regulacao-da-neutralidade-da-rede/>>. Citado 7 vezes nas páginas 44, 45, 46, 47, 48, 49 e 50.

SHANKARANARAYANAN, N. K.; GHOSH, A. 5G. *IEEE Internet Computing*, v. 21, n. 5, p. 8–10, 2017. ISSN 1941-0131 VO - 21. Citado na página 54.

SHAO, V. M. *5G: The complicated relationship between ITU and 3GPP*. 2020. Disponível em: <<https://medium.com/swlh/5g-the-complicated-relationship-between-itu-and-3gpp-719938f42b8>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 64.

TELEBRASIL. *Carta de Brasília*. 56º Painel Telebrasil - Associação Brasileira de Telecomunicações, 2012. Disponível em: <<http://www.telebrasil.org.br/56-edicao>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 39.

UNIÃO EUROPEIA. *Regulation 2015/2120*. Jornal Oficial, L310/1, 26 de novembro de 2015, 2015. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2015/2120/oj>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 88.

URUPÁ, M. *Telefônica: abrangência da neutralidade de rede é chave para 5G no Brasil*. 2019. Disponível em: <<http://teletime.com.br/08/08/2019/telefonica-neutralidade-de-rede-e-chave-para-5g-no-brasil/>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 23.

VALE, E. *5G irá transformar a forma de consumir tecnologia*. 2020. Disponível em: <<https://tiinside.com.br/04/06/2020/5g-ira-transformar-a-forma-de-consumir-tecnologia/?amp>>. Acesso em: 20 jan. 2021. Citado na página 92.

VAN SCHEWICK, B. *Internet architecture and innovation*. [S.l.]: Mit Press, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 40.

VAN SCHEWICK, B. *T-Mobile's Binge On violates key net neutrality principles*. [S.l.]: Stanford Law School, The Center for Internet and Society, 2016. Citado na página 40.

WEI, L.; HU, R. Q.; QIAN, Y.; WU, G. Key elements to enable millimeter wave communications for 5G wireless systems. *IEEE Wireless Communications*, v. 21, n. 6, p. 136–143, 2014. ISSN 1558-0687. Citado na página 51.

WU, T. Network Neutrality, Broadband Discrimination. *Journal of Telecommunications and High Technology*, HeinOnline, v. 2, p. 141, 2003. ISSN 1556-5068. Citado 3 vezes nas páginas 20, 38 e 87.

YOUSAF, F. Z.; BREDEL, M.; SCHALLER, S.; SCHNEIDER, F. NFV and SDN—Key Technology Enablers for 5G Networks. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, v. 35, n. 11, p. 2468–2478, 2017. ISSN 1558-0008 VO - 35. Citado na página 81.

ZANATTA, R. *Como participar do Comitê Gestor da Internet? Um manual para a sociedade civil*. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://intervezes.org.br/wp-content/uploads/2016/09/Manual-sobre-CGL.-Coalizao-Direitos-na-Rede.pdf>>. Citado na página 33.

ZHU, K.; HOSSAIN, E. Virtualization of 5G Cellular Networks as a Hierarchical Combinatorial Auction. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, v. 15, n. 10, p. 2640–2654, 2016. ISSN 1558-0660 VO - 15. Citado na página 83.

Apêndices

Apêndice A – Fontes Bibliográficas

Tópico e Subtópicos	Conceitos e Principais Autores
Política de Informação	A política de informação é aquela que engloba leis e regulamentos que lidam com qualquer estágio da cadeia de produção da informação, desde a sua criação, processamento, armazenamento, transporte, distribuição, busca, uso até a sua destruição (BRAMAN, 2006).
	Principais Autores: (BRAMAN, 2006), (KERR PINHEIRO, 2008, 2012), (MARQUES; KERR PINHEIRO, 2011)
Regime de Informação	Frohmann (1995) detém-se nos artefatos tecnológicos e na viabilidade do trânsito informacional em rede a partir de duas bases teóricas, sendo elas a noção de poder de M. Foucault e a aplicação do regime de informação a partir da Actor Network Theory (ANT).
	González de Gómez (1999) aborda o conceito sob o aspecto político (poder e valor).
	Principais Autores: (FROHMANN, 1995), (GÓMEZ, 1999, 2002, 2012) , (BRAMAN, 2004), (BEZERRA et al., 2016), (MAGNANI E KERR PINHEIRO 2011)
Poder Informacional	O poder informacional pode moldar o comportamento humano pela “manipulação das bases informacionais dos poderes instrumental, estrutural e simbólico” (BRAMAN, 2009).
	Principais Autores: (REIDENBERG, 1998), (BRAMAN, 2006, 2009, 2010), (KURBALIJA, 2016), (GARCIA E SILVA, 2017)
Governança da Internet	Desenvolvimento e a execução pelos Governos, sociedade civil e iniciativa privada, em seus respectivos papéis, de princípios, normas, regras, procedimentos decisórios e programas compartilhados que delineiam a evolução e o uso da Internet (DE BOSSEY, 2005).
	Processo pelo qual os participantes do ciberespaço resolvem conflitos sobre esses problemas e desenvolvem uma ordem funcional (DENARDIS, 2014; KURBALIJA, 2016).
	Principais Autores: (DE BOSSEY, 2005), (DENARDIS, 2014), (KURBALIJA, 2016)

Tópico e Subtópicos	Conceitos e Principais Autores
Arquitetura da Internet	A arquitetura da Internet, originalmente concebida como neutra, é baseada em um princípio fundamental, chamado de argumento fim-a-fim (SALTZER; REED; CLARK, 1984).
	Em muitos aspectos, o argumento fim-a-fim vem sendo gradualmente violado, devido a mudanças pragmáticas realizadas pelos ISPs e fabricantes de equipamentos (KAMIENSKI et al., 2005).
	Principais Autores: (CERF; KAHN, 1974), (SALTZER; REED; CLARK, 1984), (KROL; HOFFMAN, 1993), (BARLOW (1996), (CLARKE, 2004), (KAMIENSKI et al., 2005), (LEINER et al., 2009), (CANABARRO, 2012), (KUROSE; ROSS, 2014), (GARCIA E SILVA, 2017)
Atores da Governança da Internet	Entre os atores da Internet, estão governos nacionais, a sociedade civil, o setor empresarial, a comunidade técnica e as organizações internacionais. Todos eles têm papéis importantes nas tomadas de decisões, sendo que cada um ao seu modo contribui para a governança da Internet (KURBALIJA, 2016).
	Principais Autores: (KURBALIJA; GELBSTEIN, 2005), (KURBALIJA, 2016), (RAMOS, 2015), (GARCIA E SILVA, 2017)
Tecnologia: “a política por outros meios”	DeNardis (2012) argumenta que os requisitos, especificações e padrões técnicos têm um poder comparável ao poder das leis e demais aparatos jurídicos.
	Kurbalija (2016, p. 61) sintetiza que “a padronização poderia ser a política por outros meios”.
	Principais Autores: (CLAUSEWITZ, 2010), (FOUCAULT, 2005) (BIJKER , 2006), (KURBALIJA, 2016), (BRAMAN, 2006, 2010), (REIDENBERG, 1998), (LESSIG, 2006), (DENARDIS, 2012)
Neutralidade de Rede	Princípio que busca o tratamento isonômico dos pacotes de dados, sem qualquer discriminação em razão do conteúdo, origem, destino, aplicativo ou hardware (WU, 2003).
	Principais Autores: (LEMLEY; LESSIG, 2001), (WU, 2003), (VAN SCHEWICK, 2012, 2016), (OLIVEIRA, 2014), (MARQUES; KERR PINHEIRO, 2014), (SEGURADO; DE LIMA; AMENI, 2015), (RAMOS, 2015, 2018), (LOBO; COSTA, 2018), (MACHADO, 2018), (TELEBRASIL, 2012), (NGMN, 2015), (GARCIA E SILVA; MARQUES, 2019)

Tópico e Subtópicos	Conceitos e Principais Autores
Regulamentação da Neutralidade de Rede no Brasil	A Lei nº 12.965/14 representa a consagração de um rol de princípios e normas a partir dos quais são estruturadas as relações em torno da rede mundial de computadores no Brasil (GARCIA E SILVA; MARQUES, 2019).
	Principais Autores: (BEZERRA; WALTZ, 2014), (FORGIONI; MIURA, 2015), (GARCIA E SILVA; MARQUES, 2019), (PEREIRA NETO et al., 2019)
Panorama Mundial da Neutralidade de Rede	Setenareski et al. (2020) investigaram a implementação de neutralidade de rede na União Europeia e de mais 17 países.
	Nguyen et al. (2020) analisaram o desenvolvimento da neutralidade de rede em 20 países. Principais Autores: (SETENARESKI et al., 2020), (NGUYEN et al., 2020)
Evolução das Redes Móveis	Principais Autores: (WEI et al., 2014), (AL-NAMARI; MANSOOR; IDRIS, 2017), (JOHNSON, 2021), (ANDREWS et al., 2014) (OLIVEIRA; ALENCAR; LOPES, 2018), (ALÉN-SAVIKKO, 2019)
Redes 5G	Jabagi, Park e Kietzmann (2020) afirmam que três novos recursos para as redes móveis 5G possibilitam níveis de velocidade de transmissão de dados sem precedentes, reduções significativas na latência e alta capacidade de conexões simultâneas entre dispositivos.
	A flexibilidade será uma das características definidoras das redes 5G e a adoção da virtualização permite construir uma diversidade de serviços 5G diferenciados mediante utilização do fatiamento da rede (network slicing) (OLIVEIRA; ALENCAR; LOPES, 2018).
	Principais Autores: (AGIWAL; ROY; SAXENA, 2016), (JABAGI; PARK; KIETZMANN, 2020), (SHANKARANARAYANAN; GHOSH, 2017), (ANDREWS et al., 2014), (OLIVEIRA; ALENCAR; LOPES, 2018)

Apêndice B – Fontes Documentais

Fonte	Tipo	Documento
3GPP	Documento Técnico	TR 22.852 V13.1.0: Study on Radio Access Network (RAN) sharing enhancements
	Página Web	About 3GPP Home
	Página Web	3GPP meets IMT-2020
	Documento Técnico	TR 23.799 V14.0.0: Study on Architecture for Next Generation System
6th Global 5G Event Brazil	Entrevista	Cibersegurança será prioridade máxima com a digitalização da sociedade
Anatel	Documento Técnico	Relatório Semestral da Ouvidoria de agosto de 2003
Brasil	Legislação	Decreto nº 8.771, de 11 de maio de 2016
	Legislação	Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014
CGI.br	Resolução	Resolução CGI.br/RES/2009/003/P - Princípios para a governança e uso da internet no Brasil
Convergência Digital	Página Web	Para TIM, 5G não comporta neutralidade de rede - Convergência Digital - Telecom
	Página Web	5G Exige Rediscussão Imediata da Neutralidade da Rede
Dell'Oro. Group	Documento Técnico	Harmonized ITU IMT-2020 Standards of 3GPP 5G Technologies Lay The Foundation for a Successful Global Ecosystem
Electronic Frontier Foundation (EFF)	Página Web	A Declaration of the Independence of Cyberspace
Epicenter Wworks	Página Web	Net Neutrality vs. 5G: What to expect from the upcoming reform in the EU?
Ericsson	Página Web	Harnessing the 5G consumer potential: The consumer revenue opportunity uncovered
Escola de Direito/ FGV-SP	Dissertação	Arquitetura da Rede e Regulação: a neutralidade da rede no Brasil
Escola de Engenharia/ UFF	TCC	Abordagem teórica da aplicação de virtualização de funções de rede na tecnologia de comunicação 5G
Fierce Wireless	Página Web	How ITU, 5GPPP, NGMN and others will create the standard for 5G
Inatel	Documento Técnico	5G New Radio: Introdução ao 3GPP Release 15

Fonte	Tipo	Documento
ITU	Página Web	ITU-R FAQ on INTERNATIONAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS (IMT)
	Documento Técnico	Recommendation ITU-T Y.3011 (01/12): Framework of network virtualization for future networks
	Documento Técnico	Recommendation Y.3151 (04/19): High-level technical characteristics of network softwarization for IMT-2020 - Part: SDN
	Documento Técnico	Recommendation ITU-T Y.3112 (12/18): Framework for the support of network slicing in the IMT-2020 network
	Página Web	On the road to IMT-2020 and the globalization of 5G (July 2020)
	Página Web	ITU-R Reports
	Página Web	ITU-R Recommendations
	Página Web	About the ITU-D and the BDT
	Página Web	ITU-T in brief
	Página Web	Welcome to ITU
	Página Web	About ITU
	Página Web	ITU-R Radiocommunication Study Groups
	Documento Técnico	Recommendation ITU-R M.2083-0, (09/2015): IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond
Medium	Página Web	5G: The complicated relationship between ITU and 3GPP
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)	Documento Técnico	Estratégia brasileira de redes de quinta geração (5G)
NGMN	Documento Técnico	5G White Paper
PPGSIGC/FACE/FUMEC	Dissertação	NEUTRALIDADE DE REDE: A PRÁTICA DO ZERO-RATING E O MARCO CIVIL DA INTERNET
Qualcomm	Página Web	Paving the path to Narrowband 5G with LTE Internet of Things (IoT)
	Página Web	Understanding 3GPP – starting with the basics
	Página Web	As 5G launches globally, what comes next?

Fonte	Tipo	Documento
Stacey on IoT	Página Web	Why 5G network slicing is a big deal for IoT
Statista	Página Web	Global digital population as of October 2020
Telebrasil	Evento	Carta de Brasília
Telecoms	Documento	5G Manifesto for timely deployment of 5G in Europe
Teletime	Página Web	Neutralidade no Marco Civil da Internet pode ser inibidor de modelos de negócio no 5G
	Página Web	Estudo da área técnica da Anatel diz que LGPD e Marco Civil provocam 'limitações' ao 5G
	Página Web	Economia defende retomada de debate sobre conflito de neutralidade de rede e 5G
	Página Web	Neutralidade precisa ser repensada diante das exceções do 5G, diz Girasole
	Página Web	Telefônica: abrangência da neutralidade de rede é chave para 5G no Brasil
Tiinside	Página Web	5G irá transformar a forma de consumir tecnologia
União Europeia	Legislação	Regulation 2015/2120

Anexos

Anexo A – Membros Individuais 3GPP

ARIB

- Japão

- | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Anritsu Corporation | 9. Japan Radio Co. Ltd | 20. QUALCOMM JAPAN LLC. |
| 2. Dai Nippon Printing Co. Ltd | 10. KDDI Corporation | 21. Rakuten Mobile Inc |
| 3. DENSO CORPORATION | 11. Kyocera Corporation | 22. SAMSUNG R&D INSTITUTE JAPAN |
| 4. Ericsson Japan K.K. | 12. Mitsubishi Electric Co. | 23. SHARP Corporation |
| 5. FUJITSU CONNECTED TECHNOLOGIES | 13. Murata Manufacturing Co Ltd. | 24. SoftBank Corp. |
| 6. Fujitsu Limited | 14. NEC Corporation | 25. Sony Corporation |
| 7. HUAWEI Technologies Japan K.K. | 15. NHK | 26. Sony Mobile Communications |
| 8. Intel K.K. | 16. NICT | 27. Sumitomo Elec. Industries Ltd |
| | 17. Nokia Japan | |
| | 18. NTT DOCOMO INC. | |
| | 19. Panasonic Corporation | |

ATIS

- Estados Unidos

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. AT&T | 10. Dish Network | 19. JMA Wireless |
| 2. C Spire Wireless | 11. Ericsson Inc. | 20. Johns Hopkins University APL |
| 3. Charter Communications Inc | 12. FCC | 21. L3Harris Technologies |
| 4. CISA ECD | 13. FirstNet | 22. Lockheed Martin |
| 5. Cisco Systems | 14. Futurewei Technologies | 23. Loon LLC |
| 6. Classon Consulting | 15. Google Inc. | 24. Luxshare-ICT Inc. |
| 7. Coherent Logix | 16. Intel | 25. Maxar |
| 8. Comcast | 17. Intelsat | 26. Microchip Technology Inc. |
| 9. Comtech Telecommunications Cor | 18. InterDigital Communications | 27. NextNav |

- | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 28. NIST | 37. Pivotal Commware | 45. TEOCO |
| 29. Nokia | 38. Polaris Wireless | 46. Teradyne |
| 30. NSI-MI Technologies | 39. Polte | 47. U.S. Department of De-
fense |
| 31. NTIA | 40. Qualcomm Incorporated | 48. U.S. Department of
Transport. |
| 32. Omnispace | 41. Samsung Research
America | 49. Union Telephone Com-
pany |
| 33. ONE Media 3.0 LLC | 42. Southern Linc. | |
| 34. PCTEST Engineering
Lab | 43. Swift Navigation | |
| 35. Perspecta Labs Inc. | 44. T-Mobile USA Inc. | |
| 36. PHY Wireless | | |

- Canadá

- | | |
|-------------------------------------|----------|
| 1. Redline Communicati-
ons Inc. | 2. RN-CI |
| | 3. TELUS |

- Arábia Saudita

1. CITC

- Reino Unido

1. Metaswitch Networks
Ltd

CCSA

- China

- | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. 3in | 6. AsiaInfo | 10. BEIJING SAMSUNG
TELECOM R&D |
| 2. ABP NRTA | 7. ASUSTEK COMPU-
TER (SHANGHAI) | 11. Beijing Xiaomi Electro-
nics |
| 3. ABS | 8. Beijing Lenovo Soft-
ware Ltd. | 12. Beijing Xiaomi Mobile
Software |
| 4. Alibaba (China)
Group. Ltd. | 9. Beijing OPPO Com.
corp. ltd | |
| 5. Apple Computer Tra-
ding Co. Ltd | | |

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 13. Beijing Xiaomi Software Tech | 34. China Telecommunication Corp. | 57. Hangzhou Douku |
| 14. BJTU | 35. China Unicom | 58. Hangzhou Mengyuxiang |
| 15. BOE | 36. Chongqing Angying | 59. Hisense Co. Ltd. |
| 16. BUPT | 37. Chongqing University | 60. HiSilicon Technologies Co. Ltd |
| 17. CAICT | 38. CICT | 61. HTC Corporation |
| 18. CALTTA | 39. CITC | 62. Huawei Device Co. Ltd |
| 19. CATT | 40. CITICSAT | 63. HuaWei Technologies Co. Ltd |
| 20. CBN | 41. CMDI | 64. Huizhou Speed Wireless |
| 21. CENC | 42. CUC | 65. Hytera Communications Corp. |
| 22. CEPRI | 43. Datang Linktester Technology | 66. Intel China Ltd. |
| 23. Chengdu OPPO Mobile Com. corp. | 44. Datang Mobile Com. Equipment | 67. Jetflow |
| 24. CHENGDU TD TECH LTD. | 45. DFH Satellite Co. LTD | 68. Langbo |
| 25. China Mobile (Hangzhou) Inf. | 46. Dongguan OPPO Precision Elec. | 69. Lenovo (Beijing) Ltd |
| 26. China Mobile (Suzhou) Software | 47. East China Institute of Tel. | 70. Lenovo Future Communications |
| 27. China Mobile Com. Corporation | 48. FGI | 71. Lenovo Information Technology |
| 28. China Mobile E-Commerce Co. | 49. Fiberhome Technologies Group | 72. Lenovo Mobile Com. Technology |
| 29. China Mobile Group Device Co. | 50. Fudan University | 73. MediaTek (Chengdu) Inc. |
| 30. China Mobile International Ltd | 51. GDCNI | 74. MediaTek (Hefei) Inc. |
| 31. China Mobile M2M Company Ltd. | 52. GEESPACE | 75. MediaTek (Shenzhen) Inc. |
| 32. China Southern Power Grid Co. | 53. GOHIGH DATA NETWORKS TECH. | 76. MediaTek (Wuhan) Inc. |
| 33. China Telecom Corporation Ltd. | 54. GOODIX | 77. MediaTek Beijing Inc. |
| | 55. GUANGDONG GENIUS TECHNOLOGY CO | 78. Meizu Technology |
| | 56. Guangdong OPPO Mobile Telecom. | |

79. Morningcore Technology Co. Ltd	96. Shanghai Jiao Tong University	113. UESTC
80. Nanjing Ericsson Panda Com Ltd	97. Shanghai Tejet Com Technology	114. Vanchip
81. NERCDTV	98. Shanghai University	115. Vivo Communication Technology
82. New H3C Technologies Co. Ltd.	99. Shenzhen YZF Network Technolog	116. Vivo Mobile Com. (Chongqing)
83. Nokia Shanghai Bell	100. ShenZhen Zhongxing Shitong	117. Vivo Mobile Communication (H)
84. Nubia Technology Co. Ltd	101. SIA	118. Vivo Mobile Communication (S)
85. NUFROnt	102. SmarterMicro Inc.	119. Vivo Mobile Communication Co.
86. OnePlus	103. Southwest Jiaotong university	120. Xiaomi Communications
87. Peking University	104. Spreadtrum Communications	121. Xiaomi Technology
88. Pengcheng laboratory	105. SRTC	122. Xidian University
89. Potevio Company Limited	106. Starpoint	123. Zhejiang Lab
90. Qihoo 360	107. TCL Communication Ltd.	124. Zhejiang University
91. Quectel	108. TD Tech Ltd	125. ZONSON
92. SAICT	109. Tencent	126. ZTE Corporation
93. Samsung Guangzhou Mobile R&D	110. TICOM TECH	127. ZTE Photonics
94. Sanechips	111. Tongji University	128. ZXNE
95. Shanghai Chen Si Electronics	112. Transsion Holdings	

ETSI

- Austrália

1. Attorney-General's Department	2. nbn co Limited	4. Telstra Corporation Limited
	3. Softel Systems Pty Ltd	

- Áustria

- | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Apple Gesellschaft
m.b.H. | 4. Fabasoft AG | 7. T-Mobile Austria
GmbH |
| 2. ArgonET GmbH | 5. Kapsch TrafficCom AG | 8. Tait Europe Limited |
| 3. BMLRT | 6. Qualcomm Austria
RFFE GmbH | |

- Bélgica

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 1. A.S.T.R.I.D. S.A. | 5. Cisco Systems Belgium | 10. Nokia Belgium |
| 2. AT&T GNS Belgium
SPRL | 6. European Commission | 11. Proximus Plc |
| 3. BIPT | 7. EUTC | 12. PSCE |
| 4. Broadcast Networks
Europe | 8. Intel Belgium SA/NV | |
| | 9. InterDigital Belgium.
LLC | |

- Botsuana

1. BOCRA

- Bulgária

1. VMware Bulgaria
EOOD

- Canadá

- | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1. Bell Mobility | 4. RadiSys | 6. Sandvine Incorporated |
| 2. ISED | 5. Rogers Communications
Canada | 7. VoiceAge Corporation |
| 3. Public Safety Canada | | |

- China

- | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1. AsiaInfo Technologies
Inc | 4. CertusNet Inc. | 7. HUAWEI TECHNO-
LOGIES Co. Ltd. |
| 2. BTL Inc. | 5. China Telecommunica-
tions | 8. OPPO |
| 3. CATT | 6. CICT | 9. ZTE Corporation |

- República Tcheca

- | | | |
|--|---|--|
| 1. Czech Telecommunica-
tion Office | 2. Samsung Electronics
Czech | |
| • Dinamarca | | |
| 1. Anemone Technology | 4. Motorola Solutions
Danmark A/S | |
| 2. ECO | | |
| 3. Gatehouse Satcom
A/S | 5. Nokia Denmark | |
| | 6. Verizon Denmark | |
| • Finlândia | | |
| 1. Bittium Wireless Ltd. | 7. LG Electronics Finland | 12. TRAFICOM |
| 2. CUJO | 8. Nokia Corporation | 13. VTT |
| 3. Erillisverkot | 9. Oy LM Ericsson AB | 14. WE Certification Oy |
| 4. ETS-Lindgren Europe | 10. Qualcomm Finland
RFFE Oy | |
| 5. Fairspectrum Oy | 11. Teleste Corporation | |
| 6. Intel Finland Oy | | |
| • França | | |
| 1. Airbus | 14. EDF Recherche et Dé-
veloppement | 25. Institute VEDECOM |
| 2. Apple France | | 26. Intel Corporation SAS |
| 3. AQSACOM S.A.S. | 15. ENENSYS | 27. InterDigital France
R&D SAS |
| 4. Arcep | 16. Ericsson France S.A.S | 28. ITRON SAS |
| 5. ATEME | 17. ETELM | 29. Kontron Transporta-
tion France |
| 6. B-Com | 18. EURECOM | 30. LEGRAND FRANCE |
| 7. BOUYGUES Telecom | 19. Eutelsat S.A. | 31. LG Electronics France |
| 8. BROADPEAK | 20. France Brevets | 32. Marben Products |
| 9. Bull SAS | 21. Hewlett-Packard En-
terprise | 33. Microsoft Europe
SARL |
| 10. CANON Research Cen-
tre France | 22. Huawei Technologies
France | 34. MINISTERE DE
L'INTERIEUR |
| 11. CEA-LETI | 23. IDEMIA | |
| 12. Cisco Systems France | 24. Institut Mines-Telecom | |
| 13. CNES | | |

- | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 35. Ministère Economie et Finances | 41. PCCW Global B.V. France | 46. SGDSN |
| 36. Mitsubishi Electric RCE | 42. Qualcomm communications SAS | 47. Sierra Wireless S.A. |
| 37. Motorola Mobility France S.A.S | 43. Sagemcom Broadband SAS | 48. SYSOCO |
| 38. MVG Industries | 44. Samsung Electronics France SA | 49. TDF |
| 39. Nokia France | 45. Sequans Communications | 50. Technicolor |
| 40. Orange | | 51. TEXAS Instruments |
| | | 52. THALES |
| | | 53. Union Inter. Chemins de Fer |

- Alemanha

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 1. 450connect GmbH | 18. DLR | 33. Intel Deutschland GmbH |
| 2. 7LAYERS GmbH | 19. DOCOMO Communications Lab. | 34. InterDigital Germany GmbH |
| 3. adare GmbH | 20. Ericsson GmbH Euro-lab | 35. IPCom GmbH & Co.KG |
| 4. ADTRAN GmbH | 21. FAU | 36. IRT |
| 5. ADVA Optical Networking SE | 22. Fraunhofer FOKUS | 37. John Deere GmbH & Co. KG |
| 6. albis-elcon system Germany GmbH | 23. Fraunhofer HHI | 38. LG Electronics Deutschland |
| 7. Andrew Wireless Systems GmbH | 24. Fraunhofer IIS | 39. LKA Niedersachsen |
| 8. Apple GmbH | 25. G+D MS | 40. Motorola Mobility Germany GmbH |
| 9. BDBOS | 26. Gigaset Communications GmbH | 41. Motorola Solutions Germany |
| 10. BfV | 27. HA/AG | 42. Nokia Germany |
| 11. BKA | 28. Harman GmbH | 43. Nomor Research GmbH |
| 12. BMWi | 29. HEAD acoustics GmbH | 44. Oropo Germany GmbH |
| 13. CETECOM GmbH | 30. HUAWEI TECH. GmbH | |
| 14. Comprion GmbH | 31. IBM Europe | |
| 15. Continental Automotive GmbH | 32. INFINEON TECHNOLOGIES | |
| 16. Daimler AG | | |
| 17. Deutsche Telekom AG | | |

- | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 45. PANASONIC R&D Center Germany | 51. Sennheiser Electronic GmbH | 58. Valeo |
| 46. Qualcomm CDMA Technologies | 52. Siemens AG | 59. ViaviSolutions Deutsch. GmbH |
| 47. ROBERT BOSCH GmbH | 53. SIGOS GmbH | 60. Vodafone GmbH |
| 48. ROHDE & SCHWARZ | 54. Telefonica Germany GmbH | 61. Volkswagen AG |
| 49. Samsung Electronics GmbH | 55. Telekom Deutschland GmbH | 62. ZITiS |
| 50. Sapcorda | 56. umlaut | 63. Zollkriminalamt (ZKA) |
| | 57. UTIMACO TS GmbH | |

- Hong Kong

- | | |
|----------|-----------------------|
| 1. ASTRI | 2. TCT Mobile Limited |
|----------|-----------------------|

- Hungria

- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1. Apple Hungary Kft. | 3. Nokia Hungary |
| 2. Ericsson Hungary Ltd | 4. SSNS |

- Índia

1. Sasken

- Indonésia

1. MCIT

- Irlanda

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. ACCURIS Ltd | 6. GENBAND Ireland Ltd | 11. Ruckus |
| 2. Amdocs Software Systems Ltd | 7. Intel Ireland | 12. STE IDIRECT IRELAND LTD |
| 3. Analog Devices International | 8. L.M. Ericsson Limited | 13. Vodafone Ireland Plc |
| 4. DTS Licensing Limited | 9. Openet Telecom | 14. Xilinx Ireland |
| 5. Facebook | 10. Qualcomm Technologies Ireland | |

- Israel

- | | | |
|------------------|--------------|------------------------|
| 1. Allot Ltd | 4. Gilat | 7. Saguna Networks Ltd |
| 2. Autotalks Ltd | 5. GM - ATCI | 8. Softil Ltd |
| 3. Elbit Systems | 6. HERON | 9. Verint |

- Itália

- | | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1. Apple Italia S.R.L. | 7. ITALTEL SpA | 13. TELECOM ITALIA |
| 2. AREA Spa | 8. KEYSIGHT TECH- | S.p.A. |
| 3. Empirix Inc. | NOLOGIES | 14. Telit Communications |
| 4. Ericsson Telecomunica- | 9. Leonardo SpA | S.p.A. |
| zioni SpA | 10. Nokia Italy | 15. Vodafone Italia SpA |
| 5. Fastweb S.p.A. | 11. Polizia di Stato | |
| 6. Intel Corporation Ita- | 12. QUALCOMM Europe | |
| lia SpA | Inc. - Italy | |

- Japão

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Fujitsu Limited | 3. NTT corporation |
| 2. NEC Corporation | 4. UTokyo |

- Coreia do Sul

1. SyncTechno Inc.

- Líbano

1. Ogero Telecom

- Luxemburgo

- | | | |
|------------------------|--------------------|-----------|
| 1. Conversant Wireless | 3. POST Luxembourg | 5. Sisvel |
| 2. OQTEC | 4. SES S.A. | |

- México

1. Altan Redes S.A.P.I.
de C.V.

- Holanda

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Apple Benelux B.V. | 6. Ministry of Economic Affairs | 11. Qualcomm Tech. Netherlands B.V |
| 2. ESA | | |
| 3. European Patent Organisation | 7. NXP Semiconductors Netherlands | 12. Samsung Electronics Benelux BV |
| 4. EVE Compliancy Solutions | 8. one2many B.V. | 13. The Police of the Netherlands |
| 5. KPN N.V. | 9. Philips International B.V. | 14. TNO |
| | 10. PIDS | |

- Noruega

- | | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1. Ceragon Networks AS | 3. Nordic Semiconductor ASA | 4. TELENOR ASA |
| 2. Nkom | | 5. Vipps |

- Polônia

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Apple Poland Sp. z.o.o. | 4. Motorola Solutions Poland | 6. Samsung Electronics Polska |
| 2. Intel Technology Poland SP Zoo | 5. Nokia Poland | 7. T-Mobile Polska S.A. |
| 3. LG Electronics Polska | | |

- Portugal

- | | | |
|-------------------|------------------------|----------------------|
| 1. Apple Portugal | 2. PT PORTUGAL SGPS SA | 3. Ubiwhere Lda (UW) |
|-------------------|------------------------|----------------------|

- Catar

1. OOREDOO

- Romênia

- | | | |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Orange Romania | 2. Samsung Electronics
Romania | 3. Vodafone Romania
S.A. |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|

- Rússia

- | | | |
|---------------------|---------------------|----------------|
| 1. Intel Russia A/O | 2. JSRPC Kryptonite | 3. Nexign. JSC |
|---------------------|---------------------|----------------|

- Sérvia

1. RATEL

- Eslováquia

1. Ministry of Transport
and Cons.

- Eslovênia

- | | |
|------------------------|---------|
| 1. Iskratel d.o.o. Ltd | 2. SIST |
|------------------------|---------|

- África do Sul

1. TELKOM SA SOC
Ltd

- Espanha

- | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Cellnex | 9. Motorola Mobility Es-
paña SA | 14. Sateliot |
| 2. CTTC | | 15. TELEFONICA S.A. |
| 3. DEKRA | 10. NEMERGENT | 16. UPV/EHU |
| 4. eID | 11. Orange Spain | 17. VALID SOLUCIONES
TECNOLÓGICAS |
| 5. EMITE | 12. QUALCOMM Europe
Inc. - Spain | 18. Verizon Spain |
| 6. Ericsson España S.A. | | 19. Vodafone España SA |
| 7. HISPASAT SA | 13. Samsung Electronics
Iberia SA | |
| 8. MINECO | | |

- Suécia

- | | | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1. Apple AB | 8. Polisen | 13. Sectra Communicati- |
| 2. Bluetest AB | 9. PTS | ons AB |
| 3. Ericsson LM | 10. Qualcomm Europe Inc. | 14. Security Service |
| 4. Huawei Technologies | Sweden | 15. Telia Company AB |
| Sweden AB | 11. RISE | 16. Trafikverket |
| 5. Husqvarna AB | 12. Samsung Electronics | 17. Verizon Sweden |
| 6. Intel Sweden AB | Nordic AB | 18. ZTE Wistron Telecom |
| 7. NDRE | | AB |

- Suíça

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. Apple Switzerland AG | 6. Qualcomm Wireless | 10. STMicroelectronics |
| 2. DECT Forum | GmbH | 11. SWISSCOM |
| 3. EBU | 7. Schindler | 12. u-blox AG |
| 4. ErvoCom | 8. Semtech Neuchatel SA | 13. Verizon Switzerland |
| 5. Ofcom (CH) | 9. SITA | AG |

- Taiwan

- | | | |
|-------------------------|------------------|---------------------------|
| 1. Acer Incorporated | 5. CGC Inc. | 10. National Taiwan Uni- |
| 2. Asia Pacific Telecom | 6. CHTTL | versity |
| co. Ltd | 7. III | 11. NTPU |
| 3. Bureau Veritas | 8. ITRI | 12. Sporton International |
| 4. CCU | 9. MediaTek Inc. | Inc |

- Turquia

- | | | |
|-------------|---------------------|-------------------------|
| 1. ASELSAN | 4. P.I. WORKS | 6. TURKCELL |
| 2. Havelsan | 5. Turk Telekomuni- | 7. Vodafone Telekomüni- |
| 3. Netas | kasyon A.S. | kasyon A.S. |

- Emirados Árabes Unidos

- | | |
|-------------|------------------|
| 1. ETISALAT | 2. MTN Dubai LLC |
|-------------|------------------|

- Reino Unido

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. AccelerComm Ltd | 20. Ericsson Limited | 36. NCSC |
| 2. Aeroflex/VIAVI | 21. Hitachi Europe Ltd. | 37. NEC Europe Ltd |
| 3. Airwave Solutions Limited | 22. HOME OFFICE | 38. NEC Telecom MODUS Ltd. |
| 4. AltioStar | 23. Huawei Tech.(UK) Co. Ltd | 39. Nokia UK |
| 5. ANRITSU LTD | 24. Huawei Technologies R&D UK | 40. NOVAMINT |
| 6. Apple (UK) Limited | 25. HUGHES Network Systems Ltd | 41. Ofcom (U.K.) |
| 7. Apple Europe Limited | 26. ICS | 42. Orange UK |
| 8. ARTICLE19 | 27. Inmarsat | 43. Qualcomm Technologies Int |
| 9. BAE Systems AI Ltd | 28. Intel Corporation (UK) Ltd | 44. Quixoticity |
| 10. BBC | 29. InterDigital Europe Ltd. | 45. Samsung R&D Institute UK |
| 11. BlackBerry UK Limited | 30. Intertek | 46. Sensus UK |
| 12. BT plc | 31. Keysight Technologies UK Ltd | 47. Sepura Ltd |
| 13. Cambium Networks Limited | 32. LG Electronics UK | 48. SGS Wireless |
| 14. Catapult | 33. Motorola Mobility UK Ltd. | 49. Sony Europe B.V. |
| 15. CKH IOD UK LIMITED | 34. Motorola Solutions UK Ltd. | 50. Toshiba |
| 16. CommScope Technologies AG | 35. National Technical Assistance | 51. TUV SUD BABT |
| 17. DCMS | | 52. UL VS Ltd |
| 18. DIGITAL CATAPULT | | 53. Verizon UK Ltd |
| 19. Dolby Laboratories Inc. | | 54. VODAFONE Group Plc |

- Estados Unidos

- | | | |
|---------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1. Affirmed Networks Inc. | 5. CableLabs | 9. Convida Wireless |
| 2. Amazon | 6. Cadence Design Systems Inc. | 10. CORNING |
| 3. Azimuth | 7. Casa Systems Inc. | 11. F5 |
| 4. BROADCOM CORPORATION | 8. CIS | 12. Federated Wireless |
| | | 13. Futurewei |

- | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 14. GLOBALSTAR Inc. | 26. Multi-Tech Systems Inc | 36. SRG Research and Consulting |
| 15. GTRC | | |
| 16. HEPTA 7291 | 27. National Instruments Corp. | 37. SS8 |
| 17. Idaho National Laboratory | 28. Netscout Systems Inc. | 38. T-Mobile USA |
| 18. Infoblox | 29. Oracle Corporation | 39. TA |
| 19. InterDigital Inc. | 30. OTD | 40. TOYOTA Info Technology Center |
| 20. Juniper Networks | 31. Polaris Networks | 41. US Cellular Corporation |
| 21. Kymeta Corporation | 32. Qorvo | |
| 22. Ligado Networks | 33. Skyworks Solutions Inc. | 42. Valeo Radar Systems Inc. |
| 23. Matrixx | | |
| 24. Mavenir | 34. SpaceX | 43. Western Digital |
| 25. MITRE Corporation | 35. Spirent Communications | |

TDSI

- Índia

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Bharti Airtel Limited | 8. Indian Institute of Tech (H) | 14. Qualcomm India Pvt Ltd |
| 2. C-DOT | | |
| 3. CEWiT | 9. Indian Institute of Tech (M) | 15. Reliance Jio |
| 4. Department of Telecom | 10. Intel Technology India Pvt Ltd | 16. Saankhya Labs |
| 5. Ericsson India Private Limited | 11. ISRO | 17. Samsung R&D Institute India |
| 6. Huawei Telecommunication India | 12. Mediatek India Technology Pvt. | 18. Tech Mahindra Limited |
| 7. IIT Bombay | 13. Nokia Solutions & Networks (I) | 19. Tejas Networks Ltd. |

- Reino Unido

1. Syniverse

TTA

• Coréia do Sul

- | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1. Ericsson-LG Co. LTD | 10. Korea Testing Labora- | 19. Qualcomm Korea |
| 2. ETRI | tory | 20. Samsung Electronics |
| 3. Hansung University | 11. Korea University | Co. Ltd |
| 4. Huawei Technologies | 12. KRRI | 21. SK Telecom |
| (Korea) | 13. KT Corp. | 22. SUNGKYUNKWAN |
| 5. Hyundai Motors | 14. KT SAT | UNIVERSITY |
| 6. Intel Korea Ltd. | 15. LG Electronics Inc. | 23. SyncTechno Inc. |
| 7. Interdigital Asia LLC | 16. LG Uplus | 24. UANGEL |
| 8. ITL | 17. MTCC | 25. WILUS Inc. |
| 9. KIPO | 18. Nokia Korea | 26. Yonsei University |

TTC

• Japão

- | | | |
|------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1. Fujitsu Limited | 5. Mitsubishi Electric | 10. Oki Electric Industry |
| 2. Huawei Technologies | Corp | Co. Ltd. |
| Japan K.K. | 6. NEC Corporation | 11. TOYOTA MOTOR |
| 3. ITOCHU Techno- | 7. NTC Corporation | CORPORATION |
| Solutions Corp | 8. NTT | |
| 4. KDDI Corporation | 9. NTT DOCOMO INC. | |