

## **IVÁN ANDRÉS RAMÍREZ PINZÓN**

O mapeamento do ecossistema do espectro de radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital para Brasil, Colômbia e México

**Tese de Doutorado**  
**Outubro de 2019**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ  
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO - ECO  
INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IBICT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO - PPGCI

**IVÁN ANDRÉS RAMÍREZ PINZÓN**

O mapeamento do ecossistema do espectro de radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital para Brasil, Colômbia e México.

RIO DE JANEIRO  
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ  
ESCOLA DE COMUNICAÇÃO - ECO  
INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IBICT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO - PPGCI

**IVÁN ANDRÉS RAMÍREZ PINZÓN**

O mapeamento do ecossistema do espectro de radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital para Brasil, Colômbia e México.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciência da Informação.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cavalcanti

Coorientadora: Profa. Dra. Sarita Albagli

RIO DE JANEIRO

2019

M82e	<p>Pinzón, Iván Andrés Ramírez</p> <p>O mapeamento do ecossistema do espectro de radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital para Brasil, Colômbia e México/ Iván Andrés Ramírez Pinzón. - - Rio de Janeiro, 2019. 182f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Marcos Cavalcanti, Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Sarita Albagli.</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, 2019.</p> <p>1. Espectro radioelétrico. 2. Ecossistema. 3. Regime de Informação. 4. Ciência da Informação. 5. Regulação tecnológica. 6. Convergência. I. Cavalcanti, Marcos, orient. II Título.</p>
------	---

O mapeamento do ecossistema do espectro de radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital para Brasil, Colômbia e México.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e Universidade Federal do Rio de Janeiro/Escola de Comunicação, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Aprovado em 30 de outubro de 2019.

---

Prof. Dr. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti (Orientador)  
PPGCI / IBICT – ECO / UFRJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Sarita Albagli (Coorientadora)  
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Liz-Rejane Issberner  
PPGCI / IBICT – ECO / UFRJ

---

Prof. Dr. Paulo César Castro de Sousa  
ECO / UFRJ

---

Prof. Dr. Cristian Berrío-Zapata  
UFP

---

Prof. Dr. Francisco Antunes Caminati  
UNESP

Aos meus pais, Rafael e Elena; às minhas irmãs,  
Martha e Charyd e à minha sobrinha Allison.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti meu orientador, à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sarita Albagli, minha coorientadora, por seus incentivos, confiança e participação constante, sendo fundamental para a conclusão desta tese.

Aos membros examinadores das bancas de qualificação e de doutoramento, Prof<sup>a</sup>. Dra. Liz-Rejane Issberner, Prof. Dr. Paulo César Castro de Sousa, Prof. Dr. Cristian Berrío-Zapata e Prof. Dr. Francisco Antunes Caminati, por suas participações e contribuições.

Aos amigos Ursula Maruyama, Hesley Py, Alex Correa, Javier Deaza y Fernando Cárdenas - pesquisadores e companheiros de jornada – agradeço pelas trocas de ideias, conversas e apoio.

## RESUMO

RAMÍREZ PINZÓN, Ivan Andrés. **Mapeamento do ecossistema do espectro de radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital para Brasil, Colômbia e México, 2019**. Orientador: Prof. Dr. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti. Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Sarita Albagli, 2019. 182f, Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGCI/IBICT Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2019.

O crescimento quase exponencial das comunicações sem fio, assim como a quantidade de dados e informações que viaja por esses meios, pressionou o uso do espectro de rádio. Como consequência do aumento da demanda por espectro, a mudança no modelo de gestão e a identificação dos novos atores que participam do ecossistema são uma das questões mais relevantes para a nova era da convergência tecnológica e da economia digital. Para ter uma imagem mais clara dos atores e suas relações no ecossistema do espectro, é necessário realizar o mapeamento no contexto de regimes e estruturas de informação. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental, técnica e econômica comparativa no Brasil, Colômbia e México.

**Palavras-chave:** Espectro radioelétrico. Ecossistema. Regime de Informação. Ciência da Informação. Regulação tecnológica. Convergência.

## ABSTRACT

RAMÍREZ PINZÓN, Ivan Andrés. **Mapeamento do ecossistema do espectro de radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital para Brasil, Colômbia e México.** Orientador: Prof. Dr. Marcos do Couto Bezerra Cavalcanti. Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup>. Sarita Albagli, 2019. 182f, Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGCI/IBICT Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2019.

The almost exponential growth of wireless communications, such as the amount of data and information that travels through them, pressed the use of radio spectrum. Because of the increase in demand for spectrum, the change in the management model and the identification of new actors that participate in the ecosystem are one of the most important issues for the new era of technological convergence and the digital economy. To have a clearer picture of the actors and their relationships in the ecosystem of the spectrum, it is necessary to carry out the mapping in the context of schemes and structures of information. For this reason, there was a documentary research, technical and comparative cost in Brazil, Colombia and Mexico.

**Keywords:** Radio spectrum. Ecosystem. Information regime. Information science. Technological regulation. Convergence.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>5G</b>	São os acrônimos usados para se referir à quinta geração de tecnologias de telefonia móvel
<b>ANATEL</b>	Agência Nacional de Telecomunicações
<b>ANE</b>	Agencia Nacional del Espectro
<b>ANTV</b>	Autoridad Nacional de Televisión
<b>CADE</b>	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
<b>CAPEX</b>	Capital Expenditure
<b>CCIR/IRCC</b>	Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CEPT</b>	Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications
<b>COFECE</b>	Comisión Federal de Competencia Económica
<b>CRC</b>	Comisión de Regulación de Comunicaciones
<b>ECC</b>	European Electronic Communications Committee
<b>EMBM</b>	Multimedia Broadcast Service
<b>EMBMS</b>	Evolved Broadcast Service
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>FCC</b>	Federal Communications Commission
<b>FENALCO</b>	Federación Nacional de Comerciantes
<b>IFT</b>	Instituto Federal de Telecomunicaciones
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>ITU/UIT</b>	União Internacional de Telecomunicações
<b>ITU-R</b>	Setor de Radiocomunicações da UIT
<b>LGT</b>	Lei Geral de Telecomunicações
<b>LTE</b>	Long Term Evolution
<b>M2M</b>	Machine to machine
<b>MCTIC</b>	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
<b>MINTIC</b>	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
<b>MNO</b>	Mobile Network Operator
<b>MVNO</b>	Mobile Virtual Network Operator

<b>NAFTA</b>	North American Free Trade Agreement
<b>NTIA</b>	National Telecommunications and Information Administration
<b>OECD</b>	Organisation for Economic Co-operation and Development
<b>PROFECO</b>	Procuraduría Federal del Consumidor
<b>RR</b>	Regulamento de radiocomunicações
<b>SENACON</b>	Secretaria Nacional do Consumidor
<b>SIC</b>	Superintendencia de Industria y Comercio
<b>TIC/ICT</b>	Tecnologias da informação e a comunicação
<b>VNI</b>	Visual Networking Index
<b>WRC</b>	World Radiocommunication Conference

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Bloco de comunicações via rádio.....	33
Gráfico 2 Tamanho da onda de rádio.....	34
Gráfico 3 - Global Mobile Data Traffic, 2016- 2021 .....	40
Gráfico 4 - Dispositivos móveis por pessoa mais módulos M2M .....	40
Gráfico 5 - Participação no produto interno bruto anual (PIB) Correio e telecomunicações (Percentual) - Brasil .....	107
Gráfico 6 - Despesas de pesquisa e desenvolvimento (% do PIB) .....	108
Gráfico 7 - % de empregados nacionais no setor de Transportes e comunicações por gênero.....	109
Gráfico 8 - Empregados no Setor de Telecomunicações (milhares).....	109
Gráfico 9 - Techno Latinas Report, avaliação de mercado em milhões de dólares - 2017.....	111
Gráfico 10 - Techno Latinas Report - Brasil, avaliação de mercado em milhões de dólares.....	111
Gráfico 11 - Participação de mercado do serviço de telefonia móvel .....	112
Gráfico 12 - Quota de mercado do serviço de telefonia fixa .....	113
Gráfico 13 - A importância relativa das diferentes camadas no Brasil .....	115
Gráfico 14 - Participação no produto interno bruto anual (PIB) Correio e telecomunicações (Percentual) - Colômbia .....	119
Gráfico 15 - Despesas de pesquisa e desenvolvimento (% do PIB) .....	119
Gráfico 16 - % de empregados nacionais no setor de Transportes e comunicações por gênero .....	121
Gráfico 17 - Techno Latinas Report-Colômbia, avaliação de mercado em milhões de dólares.....	121
Gráfico 18 - Participação de mercado do serviço de telefonia móvel .....	122
Gráfico 19 - Quota de mercado do serviço de telefonia fixa .....	122
Gráfico 20 - A importância relativa das diferentes camadas na Colômbia .....	124
Gráfico 21 - Participação no produto interno bruto anual (PIB) Correio e telecomunicações (Percentual) - México.....	127
Gráfico 22 - Despesas de pesquisa e desenvolvimento (% do PIB) .....	128
Gráfico 23 - % de empregados nacionais no setor de Transportes e comunicações por gênero .....	128
Gráfico 24 - Emprego nos setores das telecomunicações e da radiodifusão.....	129
Gráfico 25 - TecnoLatinas Report - México, avaliação de mercado em milhões de dólares.....	129
Gráfico 26 - Participação de mercado do serviço de telefonia móvel .....	130
Gráfico 27 Quota de mercado do serviço de telefonia fixa .....	130
Gráfico 28 - A importância relativa das diferentes camadas no México.....	132
Gráfico 29 - A indústria eletrônica no México .....	133
Gráfico 30 - Análise comparativa Camada 1 .....	135
Gráfico 31 Análise comparativa Camada 2 .....	136
Gráfico 32 - Análise comparativa Camada 3 .....	136
Gráfico 33 - Atores do ecossistema do espectro radioelétrico.....	140
Gráfico 34 - Atores do ecossistema do espectro no Brasil .....	141
Gráfico 35 - Atores do ecossistema do espectro na Colômbia .....	141

Gráfico 36 - Atores do ecossistema do espectro no México .....	142
Gráfico 37 - Instituições responsáveis pelo ecossistema no Brasil.....	144
Gráfico 38 - Instituições responsáveis pelo ecossistema na Colômbia.....	144
Gráfico 39 - Instituições responsáveis pelo ecossistema no México .....	145
Gráfico 40 - 5G requer espectro em bandas baixas, médias e altas .....	149

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelos de gestão e gestão de espectro (teóricos) .....	16
Quadro 2 - Porcentagem de espectro atribuído de acordo com a recomendação para 2015 e 2020 da UIT .....	41
Quadro 3 - Vantagens e desvantagens das redes sem fio .....	70
Quadro 4 - Vantagens e Desvantagens das Redes Fixas .....	71
Quadro 5 - Relações simbióticas.....	100
Quadro 6 - Dimensões das relações simbióticas.....	102
Quadro 7 - Network Readiness para Brasil, Colômbia e México .....	105
Quadro 8 - Variação interanual: % de pessoas ocupadas por setor de atividade econômica .....	110
Quadro 9 - Mercado TIC no Brasil 2016, milhões US\$.....	113
Quadro 10 - Número de atores Ecosistema ICT Brasil .....	114
Quadro 11 - Princípios orientadores da Lei das TIC.....	117
Quadro 12 - Número de atores Ecosistema ICT Colômbia .....	123
Quadro 13 - Número de atores Ecosistema ICT México.....	131
Quadro 14 - Comparações de diferentes abordagens de gestão do espectro .....	146
Quadro 15 - Potenciais implicações ligadas ao espectro para 5G.....	151
Quadro 16 - Requisitos potenciais das várias aplicações 5G .....	152

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Regime de informação: família de palavras de uso .....	23
Figura 2 - Quadrante de geração e consumo de informação por atores públicos .....	31
Figura 3 - Diagrama sobre convergência .....	94
Figura 4 - Modelo de 4 camadas de Fransman .....	98
Figura 5 - Relação simbiótica de 4 camadas .....	102

## SUMARIO

1	Introdução .....	10
1.1	A gestão do espectro de radiofrequências e a evolução do seu contexto na economia .....	11
1.2	Contextualização do problema .....	14
1.3	Perguntas e hipóteses.....	18
1.4	Objetivos .....	19
1.4.1	Geral.....	19
1.4.2	Específicos.....	19
1.5	Metodologia.....	19
1.6	Estrutura do trabalho .....	21
1.7	Marco teórico .....	21
1.7.1	Regime de Informação .....	22
1.7.2	Considerações conceituais de regime de informação .....	26
1.7.3	Infraestrutura de informação .....	28
1.7.4	Modo de Informação .....	30
1.8	O espectro eletromagnético e radioelétrico .....	31
1.8.1	Ondas eletromagnéticas .....	31
1.8.2	Espectro eletromagnético e telecomunicações .....	32
1.8.3	Divisão do espectro eletromagnético .....	33
1.8.4	Espectro radioelétrico .....	34
1.8.5	Escassez induzida por políticas .....	35
1.8.6	Washington 1927: nascimento do regime de comando e controle.....	37
1.8.7	O modelo legado de regulação .....	38
1.8.8	O aumento da demanda de espectro .....	39
2	O espectro radioelétrico: a evolução de sua gestão e sua importância.....	44
2.1	A gestão e administração do espectro.....	44
2.1.1	Como o gerenciamento do espectro começou .....	45
2.1.1.1	Marconi e o nascimento da gestão do espectro radioelétrico.....	45
2.1.2	O papel do governo na governança do espectro .....	47
2.1.3	Um redefinido processo de governança do espectro.....	50
2.1.3.1	Projetando o mercado.....	51
2.1.3.2	Direitos de uso do espectro .....	53
2.1.3.3	Direitos de uso amplamente definidos .....	54
2.1.3.4	Acesso sem licença .....	56

2.1.3.5	Um mercado para nichos .....	57
2.1.3.6	Definindo um amplo mercado para serviços de comunicação sem fio .....	58
2.1.3.7	Informando o mercado .....	59
2.1.3.8	Facilitando o mercado.....	59
2.1.3.9	Corrigindo o mercado .....	61
2.1.3.10	O papel do monitoramento expandido .....	64
2.1.4	Implementando o processo redefinido de governança .....	64
2.1.4.1	Mudanças no nível global .....	64
2.1.4.2	Mudanças no nível regional .....	66
2.1.4.3	Uma plataforma para coordenação em nível nacional .....	66
3	O mapeamento dos ecossistemas.....	70
3.1	Atores de espectro e telecomunicações .....	70
3.1.1	Soluções de rede sem fio <i>versus wireless</i> .....	70
3.1.2	Os principais participantes .....	75
3.1.3	Uso do governo.....	76
3.1.4	Prestadores de serviços de telecomunicações e radiodifusores .....	79
3.1.4.1	Fornecedores de serviços de telecomunicações.....	79
3.1.4.2	Radiodifusores.....	82
3.1.4.3	Fabricantes de equipamentos de telecomunicações.....	82
3.1.4.4	Consumidores.....	84
3.1.5	Fatores que impactam o uso de espectro .....	86
3.1.5.1	O papel regulador do governo e o regime regulatório que o acompanha .....	86
3.1.5.2	Demanda do mercado pelo serviço.....	88
3.1.5.3	Quantidade de espectro disponível para uso igual ou similar.....	90
3.1.5.4	Os custos de obtenção de acesso ao espectro e o impacto no modelo de negócio .....	90
3.1.5.5	A disponibilidade de infraestrutura terrestre de telefonia fixa .....	91
3.1.6	Convergência tecnológica nas telecomunicações .....	92
3.1.7	O novo ecossistema das TIC .....	95
3.2	Aplicação do modelo de Fransman .....	104
3.2.1	Brasil.....	105
3.2.1.1	Evolução dos atores no Brasil de acordo com as camadas de Fransman .....	113
3.2.1.1.1	Camada 1 - fornecedores de elementos de rede .....	115
3.2.1.1.2	Camada 2 – operadores de rede .....	116

3.2.1.1.3	Camada 3 - produtores de conteúdo e aplicativos .....	116
3.2.2	Colômbia.....	116
3.2.2.1	Evolução dos atores na Colômbia de acordo com as camadas de Fransman 123	
3.2.2.1.1	Camada 1 - fornecedores de elementos de rede .....	124
3.2.2.1.2	Camada 2 – operadores de rede .....	124
3.2.2.1.3	Camada 3 - produtores de conteúdo e aplicativos .....	125
3.2.3	México .....	125
3.2.3.1	Evolução dos atores no México de acordo com as camadas de Fransman 131	
3.2.3.1.1	Camada 1 - fornecedores de elementos de rede .....	132
3.2.3.1.2	Camada 2 – operadores de rede .....	133
3.2.3.1.3	Camada 3 - produtores de conteúdo e aplicativos .....	134
3.2.4	Discussão .....	134
3.3	O ecossistema do espectro radioelétrico.....	137
3.3.1	Os atores do ecossistema.....	139
3.3.2	Instituições responsáveis pelo ecossistema .....	143
3.3.3	Os desafios do ecossistema do espectro .....	145
3.3.3.1	O atual modelo de gestão do espectro.....	145
3.3.3.2	Desafios de infraestrutura, espectro e aplicativos .....	148
4	Conclusões e recomendações.....	153
4.1	Brasil.....	154
4.2	Colômbia.....	156
4.3	México.....	157
4.4	Recomendações .....	158
5	REFERÊNCIAS.....	160

## 1. Introdução

Cada vez mais a convergência de telecomunicações, radiodifusão e tecnologia da informação está eliminando os limites entre as definições de serviços tradicionais nos quais os reguladores dependem da alocação de espectro. Antes, costumava-se distinguir os serviços de radiocomunicação tradicionalmente diversos e diferentes partes do espectro eram atribuídas a tais serviços, mas, agora, uma única plataforma pode ser usada para fornecer vários serviços aos clientes.

O progresso tecnológico e as mudanças do mercado estão impondo uma tensão crescente aos sistemas tradicionais de gerenciamento de espectro que os governos vêm usando há quase 100 anos. Do mesmo modo, a onda de liberalização, desregulamentação e privatização mudou o setor de telecomunicações em geral.

Historicamente, o acesso e o uso do espectro foram altamente regulados para evitar interferências entre usuários de frequências adjacentes ou áreas geográficas próximas, particularmente por motivos de defesa e segurança. Na última década, houve inovações significativas na teoria da gestão do espectro, bem como mudanças graduais nas práticas de gerenciamento e sua regulação. Essas mudanças graduais são o resultado de um crescente consenso sobre o fato de que as práticas regulatórias passadas e atuais, originalmente destinadas a promover o interesse público, resultaram, em alguns casos, em atrasos na introdução e no crescimento de uma ampla variedade de tecnologias e serviços. Também acarretaram o aumento do custo em tecnologias e serviços, ao gerar uma escassez artificial do espectro. Além desses atrasos, houve um aumento significativo na demanda por espectro, tornando ainda mais importante a necessidade de seu uso eficiente para evitar escassez.

Nesse sentido, o espectro radioelétrico é um dos recursos mais importantes para qualquer país, no atual contexto da economia digital caracterizada pela adoção em massa de tecnologias de informação e comunicação. É importante compreender os vários intervenientes envolvidos no ecossistema que foi criado em torno deste recurso, bem como os interesses gerados pelo seu acesso e utilização.

A introdução de tecnologias digitais no espectro radioelétrico resultou em uma modificação de algumas das propriedades que têm caracterizado este recurso natural por algum tempo. Um exemplo disso é a flexibilidade e as possibilidades de uso do

recurso que novas tecnologias permitem, ao ponto de que, neste novo contexto, a escassez, como propriedade inquestionável do espectro, pode ser superada.

As características do espectro como um recurso natural, com repercussões sociais e econômicas, fazem deste um fator complexo, estratégico e versátil para os processos de digitalização e transformação da informação e produção na economia digital. É por isso que é vital entender como seu papel evolui no novo contexto digital, bem como suas adaptações aos avanços tecnológicos.

### 1.1. A gestão do espectro de radiofrequências e a evolução do seu contexto na economia

Segundo a União Internacional de Telecomunicações (UIT, 2009), entende-se por gestão<sup>1</sup> e controle do espectro radioelétrico a totalidade das ações e funções administrativas, encarregadas de uma ou várias autoridades designadas pelo Estado, direcionadas para organizar, distribuir, fornecer, intervir e inspecionar esse recurso. A gestão e o controle do espectro radioelétrico também incluem a gestão do conjunto de instituições, recursos e sistemas que é utilizada para o cumprimento dessas funções e para tornar possível a utilização racional e eficiente do uso de espectro radioelétrico para o benefício da sociedade em geral.

Para o desenvolvimento e a implementação de modelos para a gestão do espectro, surgiram diferentes medidas que são orientadas para sua flexibilização<sup>2</sup>, a fim de aumentar a eficiência técnica, econômica e social no uso do espectro, incentivar a concorrência, promover o acesso a este bem e seu uso pela população em geral; promover a inovação na indústria (públicas, privados e comunitários) de radiocomunicações e apoiar o desenvolvimento econômico e social de um país.

Além disso, a UIT define a liberalização, referindo-se à medida cujos direitos de utilização do espectro podem ser geridos através de mecanismos alternativos<sup>3</sup> ao

---

<sup>1</sup> Gestão do espectro radioelétrico. Módulo 5. Conjunto de ferramentas para a regulamentação das TIC. ITU, 2009.

<sup>2</sup> A UIT entende flexibilização como o relaxamento de constrangimentos que afetam a utilização e as tecnologias do espectro (se o uso comum ou o compartilhamento gerenciado), bem como a possível expansão das frequências não licenciadas.

<sup>3</sup> Este trabalho analisará as diferentes abordagens e pontos de vista para enriquecer o debate sobre a gestão do espectro e a relevância do seu papel no acesso e compartilhamento de dados e informações vitais na economia digital.

"comando e controle" tradicional. Entre esses mecanismos alternativos, há, por exemplo, o compartilhamento de espectro, as titularidades primária e secundária, o espectro não licenciado e a comercialização dos direitos de uso. Neste contexto, os órgãos de gestão do espectro necessitam promover uma regulação "leve" da liberalização (ITU, 2009).

Os novos regimes de gerenciamento, cuja prioridade é gerar novos pontos de vista na gestão dinâmica do espectro, trouxeram consigo tanto a necessidade de novas formas de participação na prestação de serviços de telecomunicações como, até mesmo, a de transferir a propriedade estatal dos antigos monopólios públicos para novos setores (parcerias público-privadas e comunitárias). No entanto, dada a persistência das falhas no mercado, estes ajustes estruturais levaram as autoridades especializadas do regulamento setorial a se adaptarem ao novo contexto, no sentido de gerir, em alguns casos, o modelo misto de concorrência (público-privado e comunitária) e, em outros, o fornecimento exclusivamente privado de redes e serviços de telecomunicações (GUERRA; OLVIDO, 2011).

Por outro lado, os avanços que impactaram as tecnologias de informação e comunicação, ocorridos em paralelo com as decisões de ajuste organizacional sobre a liberalização e a privatização do setor de telecomunicações, podem ser analisados como parte de um processo de duas etapas. Na primeira fase da mudança tecnológica, no final da década dos anos 70 até o final dos anos 80, foram apresentados três desenvolvimentos – digitalização, informática e tecnologias de comutação de pacotes – que tiveram uma influência significativa no panorama do setor das TIC e no desenvolvimento de novos serviços.

A digitalização foi constituída como a condição prévia fundamental, como a soma de um conjunto de mudanças, para o desenvolvimento de outras mudanças nas tecnologias de informação e comunicação. Este processo possibilitou a utilização de sinergias em toda a cadeia de valor e, como resultado, facilitou a expansão da fronteira das possibilidades nas redes centrais e o acesso de forma eficiente, tanto da perspectiva tecnológica como da perspectiva de custo. Por um lado, a informatização foi um fator essencial na implantação de infraestruturas e pontos de rede como substitutos para circuitos. Isso permitiu que os computadores se tornassem dispositivos que adicionam inteligência a esses pontos de rede. Mais recentemente,

as tecnologias de transmissão de pacotes de dados desempenharam um papel importante, facilitaram a utilização mais eficiente dos recursos disponíveis nas diferentes infraestruturas de rede e permitiram o estabelecimento de plataformas de envio multisserviço na mesma rede, abrindo o caminho para a verdadeira convergência.

Em relação à segunda fase da mudança tecnológica, que começou nos anos 90 e perdura até hoje, três tendências diferentes podem ser identificadas: o surgimento do protocolo IP, a implantação de novas infraestruturas e a convergência tecnológica (BEZZINA; SÁNCHEZ, 2005). Em primeiro lugar, a implantação do protocolo IP em quase todas as infraestruturas e serviços facilita a separação fundamental entre a camada de transmissão e a camada de serviço e aplicação. Em segundo lugar, o surgimento de novas infraestruturas é manifestado por meio de novas plataformas de redes de transportes de telecomunicações sobre outras redes de infraestruturas. Um exemplo é a transmissão de telecomunicações através de redes elétricas, bem como novas infraestruturas físicas utilizando tecnologias de fio e sem fios: redes de fibra óptica e redes WiFi, entre outras. A terceira tendência tecnológica, a convergência<sup>4</sup>, vai além do alcance das comunicações e tem um impacto transversal. Segundo a Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC, 2016),

A economia digital está construída pela infraestrutura de telecomunicações, as indústrias TIC (software, hardware e serviços TIC) e a rede de atividades econômicas e sociais fornecidas pela Internet, computação em nuvem e redes móveis, sociais e de sensores remotos.

Como foi dito anteriormente, a economia digital é um facilitador cujos desenvolvimento e implantação são produzidos em um ecossistema caracterizado pela convergência crescente e acelerada entre as várias tecnologias, que é concretizada em redes de comunicação (redes e serviços, redes móveis-fixas), equipamentos de *hardware* (móveis multimídia 3G e 4G), serviços de processamento (computação em nuvem) e tecnologias Web (Web 2.0).

---

<sup>4</sup> A convergência é entendida como a possibilidade tecnológica de fornecer múltiplas redes de serviços de comunicação tradicionais e suas inovações nos campos de voz, dados, sons e imagens. As dimensões em que se pode manifestar a convergência tecnológica, entre outras, são: (a) convergência de serviços, (b) convergência de redes ou meios de transmissão; e (c) convergência do mercado.

Além disso, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL, 2013) afirma que:

A economia digital consiste em três componentes principais que, de acordo com seu grau de desenvolvimento e complementação, determinam seu nível de maturidade em cada país. Esses componentes são infraestrutura de rede de banda larga, o setor de aplicativos TIC e usuários finais.

## 1.2. Contextualização do problema

A regulação tradicional do espectro radioelétrico tem sua origem em dois fatos: a consideração do espectro como um recurso escasso (ou pelo menos limitado) e sua importância estratégica. O espectro é considerado escasso pelo estado da tecnologia. Já a importância estratégica do espectro é evidenciada por sua utilidade em prestação de serviços em telecomunicações, segurança e defesa, transporte, radiodifusão, serviço público, pesquisa científica – todos eles essenciais para o funcionamento da economia e da sociedade.

No entanto, os modelos e mecanismos de gestão tradicionais constituem um modelo de gestão complexo e não muito flexível, o qual não se adapta bem às mudanças tecnológicas contínuas e tem uma eficiência técnica, econômica e social reduzida.

A seguir, são descritos os modelos de administração para alocação e alocação do espectro (ver Quadro 1, p. 17) considerando as particularidades de mercados primário e secundário de espectro a partir da classificação feita pela Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) no Grupo de Trabalho sobre Políticas de Telecomunicações e Serviços de Informação (2005).

As principais características são:

- ✓ Comando e controle: As instituições governamentais são responsáveis por tomar decisões na alocação e atribuição.
- ✓ Modelo de uso comum, também conhecido como modelo de espectro de acesso aberto ou não licenciado: O Estado está envolvido apenas em decisões de alocação para usos específicos do espectro. Não há restrições sobre quem pode usar o espectro para serviços e tecnologias específicos.

- ✓ Modelo de mercado: O Estado é responsável apenas pela alocação inicial de direitos de espectro. Os direitos de uso são neutros, em tecnologia e serviços, mas ainda são necessários padrões técnicos de emissões para proteger os usuários contra interferências.
- ✓ Modelo sem restrições: O Estado não desempenha nenhum papel na alocação e atribuição. Os usuários são livres para exibir qualquer serviço (sujeito apenas a restrições de interferência). Este modelo não é prático para muitas das tecnologias existentes, pois não pode garantir proteção suficiente contra interferências.

Quadro 1 - Modelos de gestão e gestão de espectro (teóricos)<sup>5</sup>

	<b>Comando e controle</b>	<b>Comum</b>	<b>Mercado</b>	<b>Sem restrições</b>
<b>Atribuição principal (tipo de uso permitido)</b>	Atribuição centralizada: o Estado toma a decisão. O espectro está ligado a um serviço / tecnologia específico.	Atribuição centralizada: o Estado toma a decisão. O espectro está ligado a um serviço / tecnologia específico.	Possibilidade de modificar usos, serviços e tecnologias.	Maior autonomia na definição de usos, serviços e tecnologia.
<b>Alocação principal (quem poderá operar)</b>	Alocação centralizada: O Estado é responsável pela alocação primária dos direitos do usuário, geralmente em uma base de uso exclusivo.	Alocação centralizada: um número ilimitado de usuários não licenciados pode usar o espectro. Os usuários não têm direitos formais de proteção contra interferência.	Mistura de uma atribuição centralizada e descentralizada: O Estado é responsável pela alocação primária dos direitos do usuário, geralmente em uso exclusivo. No entanto, isso é feito usando mecanismos de mercado, por exemplo, leilões..	Atribuição Descentralizada: Qualquer um pode acessar o espectro. Não há controle de estado ou proteção para usuários.
<b>Atribuição e alocação secundária</b>	A alocação secundária no uso (comércio) é proibida e a alocação não é liberalizada.	Não se aplica, uma vez que não há direitos de uso para o comércio.	A alocação secundária é liberalizada e o comércio é permitido.	Não se aplica, uma vez que não há direitos de uso para o comércio.

Fonte: OECD (2014)

Esses aspectos pressionam e questionam a validade dos mecanismos tradicionais e apontam para a necessidade de introduzir modificações nos diferentes modelos de planejamento e gerenciamento de espectro que permitem maior agilidade e flexibilidade no espectro.

<sup>5</sup> A proposta do modelo de gestão do espectro precisa ser apoiada pela flexibilidade e eficiência, levando em consideração a dinâmica dos avanços tecnológicos e do setor. Para isso, várias análises de utilidade e conveniência (do econômico, técnico e social) dos modelos de gerenciamento existentes foram avançadas para determinar qual fornece os melhores resultados, como as obras de Hwang and Yoon (2009); Ting, Wildman and Bauer (2005); Cave, Doyle and Webb (2007) e Valletti (2001).

Os desafios que enfrenta, de acordo com o Grupo de Regulación de las Telecomunicaciones (GRETEL, 2007), são:

- ✓ Proliferação de serviços que utilizam o espectro.
- ✓ A crescente importância estratégica dos serviços que utilizam o espectro;
- ✓ A alta velocidade das inovações tecnológicas baseadas ou relacionadas ao espectro;
- ✓ O surgimento de várias tecnologias que potencialmente podem melhorar a eficiência do uso do espectro;
- ✓ O uso crescente de bandas que não requerem licenças para uso, o que relativiza a necessidade de um planejamento tão detalhado;
- ✓ A existência de bandas que são utilizadas pelos serviços que lhes são atribuídos.

A rapidez com que as inovações tecnológicas são apresentadas requer mecanismos de alocação de espectro rápidos e flexíveis. Além disso, os avanços tecnológicos atuais permitem novos modelos de compartilhamento que reduzem ou eliminam interferências nocivas; as dinâmicas comerciais, econômicas e sociais exigem modelos mais flexíveis e com custos de transação mais baixos para acessar o espectro, mas esses avanços precisam ser acompanhados por novos mecanismos de gerenciamento que lhes permitam ser implementados de forma eficiente.

Ademais, a transmissão de dados móveis continua crescendo, produzindo um esforço adicional nas redes móveis e no espectro radioelétrico disponível. Com isto em mente, o desenvolvimento das tecnologias da informação e das telecomunicações e da convergência tecnológica, tanto global como na América do Sul, permitiu o surgimento de novos serviços e mercados de conteúdos digitais e um novo conjunto de interações entre usuários, empresas setoriais e fornecedores de tais serviços.

Para isso, é necessário identificar e mapear o ecossistema do espectro, bem como a existência de um ecossistema digital, para, assim, conhecer os atores e sua dinâmica relacional segundo a convergência tecnológica e a economia digital. Além disso, é importante verificar a abordagem do espectro como um recurso econômico transversal que converge para o novo contexto econômico e tecnológico.

O desafio centra-se no reconhecimento do espectro como fator importante para o desenvolvimento, avanço e consolidação dos processos de digitalização, comunicações eletrônicas e redução das diferenças sociais e econômicas.

### 1.3. Perguntas e hipóteses

As perguntas e as hipóteses que abordam esta investigação e que serão validadas são as seguintes:

Pergunta 1: Quais são as mudanças técnicas e econômicas do espectro radioelétrico com a convergência tecnológica e a economia digital e quais são os novos relacionamentos derivados desse novo contexto?

Hipótese 1: A maior demanda por espectro para certos serviços baseados em TIC e a liberalização de algumas bandas específicas, num novo contexto produtivo, das relações econômicas e da produção/intercâmbio de informações, forçam a revisão do papel do espectro para compreender a sua situação estratégica e complexa.

Pergunta 2: Que tipo de mudanças ou atualizações precisam ser introduzidas no modelo de gestão, administração e acesso do espectro de acordo com a ciência da informação?

Hipótese 2: O modelo tradicional de gestão do espectro, que por mais de 50 anos tem sido utilizado, não é o mais adequado para a gestão do recurso espectral hoje. A evolução da tecnologia, as novas relações de produção e consumo e uma economia mais dependente da informação pedem um modelo regulamentar diferente, contextualizado e flexível, assim como o reconhecimento de pelo menos três grupos de atores: Estado, mercado e sociedade civil.

Pergunta 3: Que problemas podem ser exacerbados e que outros podem ser criados com os atores atuais do ecossistema do espectro radioelétrico de acordo com as disparidades vigentes de poder e controle de mercado no Brasil, Colômbia e México?

Hipótese 3: Como acontece com o acesso a quaisquer recursos necessários, se este não atingir os segmentos mais vulneráveis da sociedade, haverá aumento das

diferenças atuais e criação de outras e, especificamente, as relacionadas com o acesso à informação e às comunicações.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Geral

O objetivo geral do trabalho de pesquisa é realizar o mapeamento do ecossistema atual do espectro, a fim de identificar as novas inter-relações entre atores que utilizam o espectro como recurso na dinâmica atual da convergência tecnológica e digitalização da economia.

### 1.4.2. Específicos

- a. Situar o estado das diferentes abordagens sobre a relevância do espectro de radioelétrico e seu papel na economia digital;
- b. Identificar os interesses de cada um dos principais atores que fazem parte do ecossistema do espectro através dos novos relacionamentos criados;
- c. Analisar quais são as mudanças na discussão do espectro no novo contexto econômico e de evolução tecnológica e que assimetrias produziu no Brasil, Colômbia e México;
- d. Identificar os pontos de convergência e divergência do papel estratégico do espectro radioelétrico na composição do ecossistema.

## 1.5. Metodologia

Para a realização do projeto de pesquisa, a divisão do trabalho é proposta em duas etapas: teórica e empírica. A primeira etapa refere-se ao levantamento bibliográfico e à revisão documental para cada caso de estudo: Brasil, Colômbia e México. Serão revisados os documentos das instituições reguladoras internacionais e locais, estudos técnicos e econômicos da participação e contribuição do ecossistema do espectro na economia.

Para o mapeamento, a identificação dos atores será levada em conta a partir da:

- ✓ constatação de que eles estão sendo ou poderiam ser afetados / envolvidos pela questão / problema;
- ✓ posse de informações, experiências ou recursos necessários sobre esse assunto ou problema (e pode ajudar a resolvê-lo);
- ✓ possibilidade de ser afetado por uma proposta que afeta este tópico;
- ✓ verificação de que eles não estão sendo diretamente afetados, mas eles podem ter interesse nesse assunto / problema e sua possível resolução;
- ✓ sua necessidade para a formulação ou adoção de uma política pública em relação a essa questão / problema;
- ✓ sua necessidade para a implementação de uma política pública neste tema / problema;
- ✓ constatação de que eles têm o direito de estar envolvidos nas decisões relacionadas com a questão / problema e a sua proposta de resolução ou tratamento.

As alternativas para ordenar os atores no ecossistema são:

- a. Mapa de interesses, organizando os atores de acordo com os interesses que eles têm em comum;
- a. Mapa de interesses e influências, organizando os atores de acordo com seus interesses e sua capacidade de influenciar a questão;
- b. Mapa de influência e posição, organizando os atores selecionados de acordo com o seu nível de apoio ou oposição às abordagens do tópico ou projetos que a organização com a qual trabalham têm.

Mais especificamente com relação à primeira etapa, será feita uma revisão bibliográfica que procura discutir os conceitos relacionados com:

- ✓ As diferentes abordagens para a conceituação e contextualização do espectro radioelétrico como um recurso estratégico;
- ✓ Convergência tecnológica, economia digital e o papel do espectro;
- ✓ A nova dinâmica derivada do novo mercado e do contexto tecnológico: dinâmica da inovação técnica baseada no conceito das infoestruturas de informação;
- ✓ Uma análise estrutural do ecossistema do espectro.

Para a seleção dos países, na segunda etapa, será levado em conta o contexto latino-americano, que servirá de base comparativa para a construção do paralelo. Haverá uma ênfase especial no México, Brasil e Colômbia, países onde o estudo e a pesquisa serão focados. O tamanho do setor de telecomunicações em seu PIB, bem como sua relevância econômica na região tornam esses países mais interessantes para o fim pretendido por esta tese.

Será realizado um mapeamento para América do Sul, para se identificar os atores do ecossistema, abordagens regulatórias, modelos de uso, funções e relações com o espectro, especialmente nos países selecionados e, assim, construir os novos elementos conceituais que possui o espectro radioelétrico na região.

Para o desenvolvimento do *benchmarking*, serão utilizadas as informações e estatísticas de bases de dados especializadas sobre espectro radioelétrico e TIC, economia digital e regulamentação de telecomunicações, oriundas das empresas especializadas em estudos e bancos de dados de espectro radioelétrico e no setor de Tecnologias de Informação e Comunicação, a saber: Cullen International e Ovum TMT Intelligence, respectivamente.

## 1.6. Estrutura do trabalho

O documento de pesquisa será organizado em três capítulos adicionais à introdução, bibliografia e anexos. Neste primeiro capítulo, ocorre a contextualização do assunto e o problema da investigação; também será apresentado o marco teórico e os eixos temáticos da pesquisa. No segundo capítulo, apresenta-se a identificação dos principais atores e pontos de vista e inter-relações com respeito ao espectro radioelétrico, numa perspectiva comparada dos três países selecionados (feito por meio do *benchmarking* internacional), ademais do mapeamento atual e futuro do espectro; no terceiro, tem-se o capítulo conclusivo.

## 1.7. Marco teórico

O uso do espectro pelo setor de telecomunicações aumentou, consideravelmente, tendo em vista a consolidação de mecanismos sem fio para a transmissão de diferentes tipos de informação, tais como: dados, vídeo e voz. Além

disso, o avanço da digitalização e da virtualização na economia contribui para o uso do espectro, que, por sua vez, consolida o fenômeno da economia digital. Novos ecossistemas entre indivíduos, máquinas e relatórios têm fortalecido o relacionamento, cujo denominador comum é o espectro para a captura, processamento e troca de informações. Como exemplos, a Internet das coisas, a interação entre dispositivos domésticos e plataformas de informação (IoT), a Internet Industrial das Coisas, uma aplicação industrial do IoT (IIoT), a Comunicação máquina para máquina, em processos produção e transformação (M2M) e dispositivos *wearables* para coletar informações dos usuários em tempo real são alguns dos casos que aumentam continuamente o uso do espectro. Neste sentido, é necessário identificar e rever os atuais regimes, modos e infraestruturas de informação.

### 1.7.1. Regime de Informação

A análise de diversos fenômenos relacionados ao objeto informação continua sendo o principal foco de pesquisa em Ciência da Informação, mas pode evoluir de acordo com as mudanças introduzidas pela dinâmica tecnológica. Em seus domínios, podem-se destacar a memória, a organização, o acesso, o uso, a ética, a gestão e as políticas de informação. As discussões em torno de domínios que perpassam a relação entre gestão de produtos e serviços de informação com vistas à organização aliada à utilização de sistemas de recuperação para acesso e uso, geralmente auxiliam na construção da rede conceitual da área.

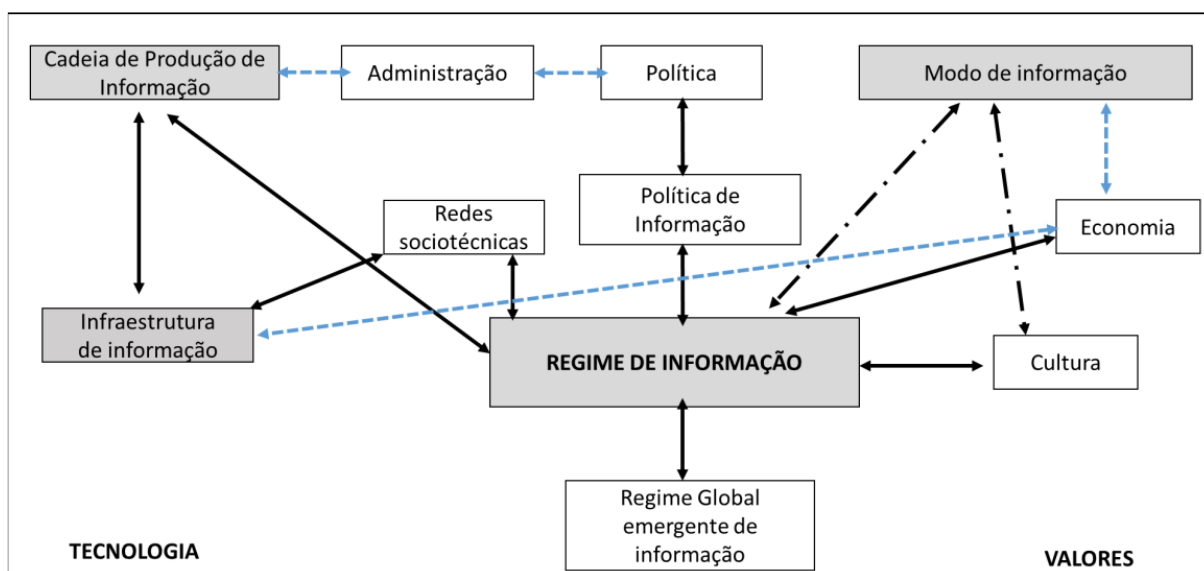
No que se refere às políticas e à gestão da informação, essa trama vem afirmando um crescente debate na elaboração do conceito de regime de informação. A constituição deste conceito ocorre a partir de ações de informação realizadas por grupos de atores sociais cujos elementos que os compõem estão definidos dentro de um fluxo de produção, organização, comunicação e transferência de informações, em um espaço social específico.

No contexto de Ciência da Informação, o regime de informação configura-se como uma formação social conjunta de elementos em rede – como atores sociais (sujeitos, dispositivos e tecnologias), regras de poder, organização e gestão política da informação que se operacionalizam em práticas sociais com produtos e serviços (GONZÁLEZ DE GÓMEZ, 2012b).

Segundo GONZÁLEZ DE GÓMEZ (2003), no espaço de um regime de informação, o conjunto dos estratos das ações de informação articulam-se e manifestam-se através de três modalidades:

- a) mediação – quando a informação se desenvolve no âmbito de outra ação social, cujos atores são vistos como sujeitos funcionais;
- b) formativa – quando orientada a finalização da informação, cujos atores são vistos como sujeitos experimentadores;
- c) relacional – quando busca intervir em outra ação para dela obter direção e finalidade, ampliando seu espaço de realização, cujos atores são sujeitos sociais articuladores.

A fim de reconstruir a estrutura histórica e discursiva do conceito de regime de informação, GONZÁLEZ DE GÓMEZ (2012b) apresenta a configuração exibida na Figura 1.



Os traços completos (preto) estabelecem relações textuais feitas por diferentes autores; as linhas azuis relacionam as palavras aos contextos de uso preferido e as linhas tracejadas pretas exibem um relacionamento indicado apenas pelo autor.

**Figura 1 - Regime de informação: família de palavras de uso**  
**Fonte - González de Gómez (2012b)**

É fato que os aspectos conceituais de regime de informação estão em desenvolvimento. Alguns pesquisadores, como Frohmann (1995), González de Gómez (1999, 2012a, 2012b) e Braman (2004), trabalham tais aspectos; já outros,

como Freire (2012, 2013), Unger e Freire (2008) e Delaia (2008) aplicam este conceito em laboratórios, comunidades e demais espaços de informação.

Neste contexto, regime de informação é considerado como um conceito em desenvolvimento no âmbito das Ciências Sociais, especificamente na Ciência da Informação, ponderando as relações epistemológicas e políticas que envolvem as ações de informação e seus atores.

Diferentes autores têm utilizado o termo 'regime de informação' como recurso interpretativo para analisar as relações entre política, informação e poder. Especificamente, será feita uma revisão do trabalho de Bernd Frohmann (2004), Sandra Braman (2004) e Hamid Ekbia e Tom Evans (2009).

O primeiro a propor o conceito de regime de informação é Bernd Frohmann (2004), que se utiliza de uma genealogia de políticas de informação. Para Frohmann (2004), o conceito surge como uma alternativa aos estudos de políticas de informação e como uma crítica ao reducionismo das abordagens de políticas usadas na Ciência da Informação e na Biblioteconomia (Library Information Science). Nesse sentido, eles produziram uma distância maior das abordagens reducionistas e das políticas de informação do governo.

A este reducionismo no âmbito disciplinar e institucional, outros precisam ser adicionados, como: o caso da abordagem de políticas de informação restritas aos problemas de produção, organização e disseminação de informações científico-tecnológicas. Portanto, produtores e formuladores de políticas seriam, principalmente, agências governamentais, ministérios e secretarias para promover e regular a ciência e a tecnologia. Desde outra visão redutora, agentes e aqueles afetados por políticas de informação seriam elites estaduais envolvidas em serviços, sistemas e tecnologias da informação no contexto de agências estatais.

Para Frohmann (2004), desde meados da década de 70, existem algumas evidências que ajudariam a explicar a ausência ou ineficiência das concepções e abordagens da política de informação:

- Equiparação de informações com bens de consumo (mercadorias). Assim, a informação estaria fora de alcance e de jurisdição direta do estado e de seus órgãos.

- Os grandes sistemas de informação não poderiam estar sujeitos à regulamentação e planejamento do estado se fossem governados por mercados, sujeitos a condições privadas de produção e acesso.
- O papel contingente do Estado na circulação da informação como mercadoria justificaria a criação de uma disciplina acadêmica em informação e política.
- Se a política de informação fosse preferencialmente política estadual e governamental, se o Estado deixasse de ter um papel decisivo no campo dos fenômenos, recursos e serviços de informação, o desenho das políticas de informação deixaria de existir.

Atualmente, muitos estudos técnicos priorizam a otimização do acesso a documentos governamentais e a implementação de tecnologias da informação nas esferas governamentais. Como resultado, seria esperado um repertório de questões mais próximas da administração do que da política. Se a restrição aumentar, pode-se deduzir do exposto acima: a perda de relações entre informação e poder.

O deslocamento dos assuntos informacionais da esfera político-estatal para os campos da economia e do mercado não significaria, por outro lado, a anulação ou mudança da relação intrínseca e permanente da economia e da política em todas as atividades sociais, mas significaria mudanças na dinâmica do relacionamento como uma evolução do mesmo relacionamento.

Sandra Braman (2004) propõe o conceito associado de informação global. Na construção conceitual, ela extrai o conceito de regime da esfera discursiva da política internacional, cujas teorias do regime internacional são amplamente utilizadas, com foco na mudança da escala dos problemas de informação. Cabe destacar a definição de regimes internacionais de Krasner (2012):

Os regimes podem ser definidos como princípios, normas e regras implícitos ou explícitos e procedimentos de tomada de decisões de determinada área das relações internacionais em torno dos quais convergem as expectativas dos atores. Os princípios são crenças em fatos, causas e questões morais. As normas são padrões de comportamento definidos em termos de direitos e obrigações. As regras são prescrições ou proscricções específicas para a ação. Os procedimentos para tomada de decisões são práticas predominantes para fazer e executar a decisão coletiva (KRASNER, 2012, p.94).

Para Braman (2004), hoje haveria um regime de informação único e global (atores estatais e não estatais) e emergente (por estar em formação). Da mesma

forma, dois processos de convergência política acompanham esse regime: i) Dependência entre informação, cultura e comunicação; ii) maior interação entre estados nacionais, que teriam processos de reestruturação legal e regulatória.

A formação do Regime, então, é o processo pelo qual novas formas políticas emergem fora do campo da política. Ela ocorre quando um fator interno ou externo da área de questões [issue areas] requer transformações jurídicas ou regulamentares; no caso da política de informação ... inovação tecnológica e os processos, consequências da globalização, têm sido fatores particularmente importantes para estimular a transformação do regime global de política de informação. (BRAMAN, 2004, p.20, tradução livre).

Entre as vantagens do conceito de regime global da informação está a flexibilidade e o distanciamento das políticas de informação já estabelecidas, permitindo uma reflexão e análise transversal das informações e tecnologias da informação, seu escopo e facilidade de imersão em todas as dimensões, sem se limitar apenas às jurisdições da mídia (rádio, televisão, jornais, bibliotecas etc.) ou às jurisdições administrativas anteriores, públicas ou privadas.

Então, o principal produto gerado entre o regime e os modos de informação é a Economia da Informação (Poster, 1991), cujas tecnologias de poder e a mudança no uso da linguagem estabelecem novas relações de cultura, comunicação e economia – ou, de outra perspectiva, a criação de um capital semiótico e um capital cognitivo.

### 1.7.2. Considerações conceituais de regime de informação

No atual momento, o domínio teórico da gestão da informação abre cada vez mais a discussão sobre o valor da informação e a necessária democratização do acesso às suas fontes a partir do uso das tecnologias de informação. Nesse contexto, autores como Braman (2004), Ekbia e Evans (2009), Freire (2013), Frohmann (1995) e González de Gómez (2012b) vêm levantando o debate sobre as ações de informação que compõem o regime de informação em suas diversas formações (instituições públicas ou privadas) sociais.

Castells (2000) afirma que a sociedade atual é caracterizada por uma estrutura social informacional, baseada na construção de redes através do dinamismo e fluxo de informações e conhecimento e pelas tecnologias de informação que incidem diretamente nos modos de produção e poder na estrutura vigente. Percebe-se a

relação e influência de diferentes atores na produção e práticas de informação que contextualizam a formação de alguns constructos na contemporaneidade.

A importância do objeto “informação” dentro do contexto da Sociedade da Informação é entendida não apenas pelas características internas de fluxos informacionais em estruturas tecnológicas, como também pelas políticas de informação que formam aspectos externos condicionantes de forma específica na produção e consumo de informação e conhecimento. Para González de Gómez (2002), a reconstrução da formação social vigente envolve, sobretudo, a efetividade de constituição comunicacional, isto é, o acesso à informação e o seu uso efetivo, de maneira que as políticas de informação e as construções coletivas e individuais possam se estabelecer em contratos sociais e de ação e expressão dos cidadãos.

Para González de Gómez (1999, p. 2),

[...] a sociedade da informação poderia ser entendida como aquela em que o regime de informação caracteriza e condiciona todos os outros regimes sociais, econômicos, culturais, das comunidades e do estado. Nesse sentido, a centralidade da comunicação e da informação produziria a maior dispersão das questões políticas da informação, perpassada e interceptada por todas as outras políticas: as públicas e as informais, as tácitas e as explícitas, as diretas ou indiretas.

Ao se falar em regime, logo surge a ideia de regras, normas e modelos. Etimologicamente, o vocábulo “regime” vem do latim *regimen*, significando ação de conduzir; comando; governança; administração. Para Braman (2004, p. 13, tradução nossa),

[...] regime pode ser definido como um quadro normativo e regulatório internacional que é menos rígido e menos formal que o sistema jurídico, mas que serve para ligar todas as partes envolvidas em determinada matéria de interesse. Ele oferece definições operacionais, estabelece uma hierarquia de valores e define regras de negociação e procedimentos. Um regime inclui normas éticas e comportamentos, práticas culturais, hábitos, estruturas de conhecimento, formas organizacionais, processos decisórios individuais e do setor privado, as tecnologias, as leis formais e as regulamentações de governos oficialmente reconhecidos.

Diversos tipos de regime foram constituídos ao longo dos anos – regimes políticos, jurídicos, sociais etc. Nos últimos anos, o conceito de regime de informação vem sendo desenvolvido por diversos pesquisadores na Ciência da Informação, com características similares, porém ressaltando as particularidades e necessidades do contexto (ambiente/espço) no qual se configuram.

Tal conceituação surge a partir de uma formação social complexa. Segundo Unger e Freire (2008, p. 85), esses tipos de regimes são a substância que dá “[...] o caráter principal a um sistema social que passou por diferentes e longas fases até chegar ao estágio atual.”.

Para Frohmann (1995, p. 17, tradução própria),

[...] regime de informação pode ser definido como qualquer sistema estável ou rede nos quais os fluxos informacionais transitam por determinados canais [de específicos produtores, via estruturas organizacionais específicas] para consumidores ou usuários específicos.

À medida que são envolvidos diferentes atores (sujeitos e tecnologias), em diversos contextos – sociais, políticos, econômicos e culturais –, é possível observar a estrutura complexa na qual consiste em base constitutiva dessa definição.

De acordo com González de Gómez (2002, p. 34), regime de informação é

[...] um modo de produção informacional dominante numa 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.

Compreende-se que esse modo de produção em que se constituem os regimes de informação pode ser percebido em diversas configurações sociopolíticas – desde organização privada ou pública, salas de aula, regulamentações disciplinares ou formação familiar específica – contanto que estas se constituam em uma rede heterogênea de relações de vários atores (sujeitos, dispositivos tecnológicos, culturas etc.) circunscritos em um universo usual da linguagem. De modo prático, compreende-se que o regime de informação é constituído pela relação desses atores através de ações de informação relacionadas à produção e às políticas de informação de espaços sociais.

### 1.7.3. Infraestrutura de informação

Nas últimas décadas, o conceito de "infraestrutura" mudou da descrição dos principais sistemas tecnológicos, caracterizados por componentes físicos e energéticos estruturados por sistemas de engenharia, para a criação das bases

tecnológicas de processos simbólicos, que incorporam múltiplos dispositivos operacionais de significados e símbolos, que, em sua modelagem, envolvem as novas ciências do *design*, inteligência artificial (IA), ciência da computação, biotecnologia, robótica e telemática.

Desde meados dos anos 80, o conceito de infoestrutura foi introduzido graças a Paul Zurkowski, com o objetivo de entender e superar os problemas resultantes do desenvolvimento segmentado, fragmentado e competitivo de tecnologias, bem como de empresas de comunicação e informação (ZURKOWSKI, 1984). A estrutura da informação (infoestruturas) como elemento transversal indica a relevância das indústrias da informação e sua evolução como um quarto setor da economia atual. Haveria três linhas principais de desenvolvimento: a) conteúdos, b) meios ou plataformas de facilitação e c) dispositivos de integração e transmissão, que produziram relações de convergência e interdependência.

Para Zurkowski (1984), as diferentes interseções tecnológicas, de conhecimento, de relações sociais e econômicas geram o fenômeno da convergência de negócios, sociedade e tecnologia. Essa convergência, a longo prazo, seria incompatível com uma economia estruturada por setores. Por isso, a incorporação de novas atividades de tecnologia da informação em um único setor.

Desde a década de 1990, autores como Hanseth e Monteiro (1997, 2002), Bowker (2000), Bowker et al. (2006), Ciborra e Hanseth (1998), Hanseth e Lyytinen (2010) realizaram estudos e pesquisas avançadas sobre essas infraestruturas que trabalham com códigos e linguagens próprios da convergência.

Hanseth e Monteiro (2002) destacam como características principais: cobrindo mais de uma geração, o uso envolve elementos / estruturas heterogêneas (sistemas, serviços, ferramentas, fluxos) e os elementos e estruturas são articulados por meio de interfaces modulares, abertas ou padronizadas. Bowker et al. (2006) destacam os diferentes tipos de infraestruturas: a) compostas pela pluralidade de equipamentos coletivos, incluídas as redes de transporte e comunicação; b) configuradas por entidades abstratas ou nominais (estruturas organizacionais e institucionais; c) qualificadas pelo termo 'informação', são integradas aos serviços computacionais, plataformas, repositórios e dispositivos de captura, transporte e processamento de dados intra e extraterritoriais.

Por ser uma categoria abrangente, a definição atual de infraestrutura pode se referir a dispositivos caracterizados por seu alcance e penetração em diferentes ambientes e sistemas (*pervasive enabling resources*), destacando seu caráter relacional e de reformulação das infraestruturas epistêmicas prévias.

[...] agências de financiamento, sociedades profissionais, bibliotecas e bancos de dados, editoras científicas, sistemas de revisão ..." e como caracterizar uma constituição de uma "grande ciência", "... telescópios orbitais, centros de supercomputadores, polar estações de pesquisa, laboratórios nacionais e outros instrumentos de pesquisa da 'grande' ciência [...] (BOWKER et al., 2006, p.3-4, livre tradução).

Especificamente, o conceito de infraestrutura tem ambiguidades; sua dinâmica é diferente das morfologias fluidas e evolutivas das redes digitais. As *datas centers* das grandes empresas privadas do setor ocupam espaços territoriais bastante concretos (geralmente próximos aos corpos de água) cuja infraestrutura é abstrata e os processamentos de informação requerem um alto e eficiente consumo de água.

#### 1.7.4. Modo de Informação

O desenvolvimento do conceito de "modo de informação" proposto por Poster (1991) ocuparia um lugar anterior dos "modos de produção" para mostrar as relações intrínsecas e invertidas entre economia e cultura, em consonância com os avanços neocibernéticos. Para Poster (1991, p.10), "modo de informação" era referido como "as novas experiências da linguagem do século XX, que, em grande parte, se originavam dos avanços da eletrônica e das tecnologias relacionadas".

Poster (1984, 1995) considera os bancos de dados como um produto no qual esse "modo de informação" seria evidente, uma vez que geram mecanismos e ferramentas para intervir tanto em termos de usos da linguagem quanto de ação: "Como forma de linguagem, os bancos de dados têm efeitos sociais apropriados para a linguagem, embora certamente também tenham relações diferentes como formas de ação" (FIDALGO, 2001, p. 7).

Poster (2001) busca alcançar o principal domínio investigativo que seria, para ele, as convergências entre o plano simbólico e o plano da ação. Para o referido autor, as relações entre linguagem e sociedade, ideia e ação evoluem e essas mudanças

seriam o objeto principal da pesquisa e de reconstrução pelo “modo de informação” (POSTER, 2001).

Nesta pesquisa, tanto a geração quanto o consumo de informação, dentro dos ‘modos de produção’, são observados utilizando-se como referência a Administração Pública, conforme mostra a Figura 2.

		USO/CONSUMO DE INFORMAÇÃO	
		ATORES PÚBLICOS	ATORES PRIVADOS
GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO	ATORES PÚBLICOS	Geração de informação por atores públicos e consumo de informação por atores públicos	Geração de informação por atores públicos e consumo de informação por atores privados
	ATORES PRIVADOS		

Figura 2 - Quadrante de geração e consumo de informação por atores públicos  
Fonte: Adaptado de Cubillo (2000)

De acordo com González de Gómez (2012, p. 51), se a política de informação é

de preferência política de Estado e de Governo, se o Estado deixa de ter um papel decisório no domínio dos fenômenos, recursos e serviços de informação, deixaria de existir o campo de manifestação das políticas de informação, e ficaria esvaziada a possibilidade de um conhecimento que tivesse a figura dos saberes do Estado.

## 1.8. O espectro eletromagnético e radioelétrico

### 1.8.1. Ondas eletromagnéticas

Propagação é definida como um mecanismo de transporte de energia no espaço e no tempo. Uma onda é uma propagação de uma perturbação de alguma propriedade em um dado meio. Exemplos de propriedades são densidade, pressão, campo elétrico ou campo magnético. Exemplos de meios de propagação são ar, água, metal ou vácuo. Os Regulamentos de Radiocomunicações (RR) definem o termo

"ondas de rádio" como "ondas eletromagnéticas, cuja frequência é convencionalmente ajustada abaixo de 3 000 GHz, que propaga espaço sem orientação artificial"<sup>6</sup>.

O fluxo de saída de energia de uma fonte na forma de ondas eletromagnéticas é chamado de radiação eletromagnética. Essa radiação pode ser de origem natural ou artificial. O espectro eletromagnético é o conjunto de todas as frequências possíveis (número de ciclos da onda por unidade de tempo) em que a radiação eletromagnética é produzida.

Assim, o limite teórico inferior do espectro eletromagnético é 0 (já que não há frequências negativas) e o limite teórico superior é  $\infty$ . Com os meios técnicos atuais, as frequências eletromagnéticas são inferiores a 30 Hz e superiores a  $2.9 \cdot 10^{27}$  Hz. Embora formalmente o espectro seja infinito e contínuo, acredita-se que o menor comprimento de onda eletromagnética possível (distância entre dois valores de amplitude máxima da onda) seja o comprimento de Planck ( $l_p \approx 1,616252 \cdot 10^{-35}$  m), distância ou escala de comprimento abaixo da qual se espera que o espaço pare de ter uma geometria clássica (medições mais baixas não podem ser tratadas nos modelos de física atuais devido ao aparecimento de efeitos de gravidade quântica). Da mesma forma, acredita-se que o limite máximo para o comprimento de uma onda eletromagnética seria o tamanho do universo.

### 1.8.2. Espectro eletromagnético e telecomunicações

Assim, ondas eletromagnéticas, adequadamente tratadas e moduladas (normalmente, variando a amplitude, fase e / ou frequência da onda original de maneira controlada), podem ser utilizadas para a transmissão de informações, dando origem a uma forma de telecomunicação.

Atualmente, as ondas eletromagnéticas de diferentes frequências são utilizadas maciçamente para a transmissão de informação por meios guiados (par trançado, cabo coaxial, fibra óptica etc.) e por meios não guiados (normalmente ar ou vácuo). As frequências utilizadas em cada caso dependem de seu próprio

---

<sup>6</sup> RECOMMENDATION ITU-R S.1590. Technical and operational characteristics of satellites operating in the range 20-375 THz. 2002. Disponível em: <[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/s/R-REC-S.1590-0-200209-!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/s/R-REC-S.1590-0-200209-!!PDF-E.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2018.

comportamento nos diferentes materiais utilizados como meio de transmissão, bem como a velocidade de transmissão desejada.

No caso particular de que a propagação de ondas eletromagnéticas é realizada por meios não guiados, esta forma de telecomunicação é chamada comunicação de rádio ou comunicação sem fio. Assim, a parte do espectro eletromagnético usada principalmente para radiocomunicações é chamada de espectro radioelétrico.

### 1.8.3. Divisão do espectro eletromagnético

Nem todas as ondas eletromagnéticas têm o mesmo comportamento no meio de propagação, a mesma origem ou a mesma forma de interação com a matéria. Portanto, o espectro eletromagnético é convencionalmente dividido em segmentos ou bandas de frequência como pode ser visto no exemplo do Gráfico 1<sup>7</sup>.

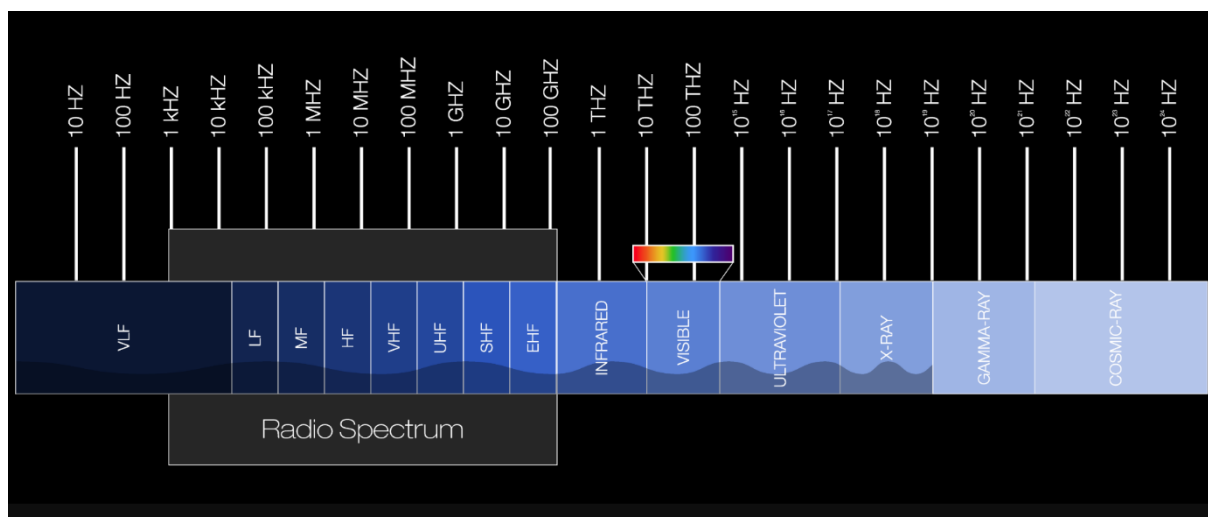


Gráfico 1 - Bloco de comunicações via rádio  
Fonte: NASA

Esta divisão foi feita de acordo com vários critérios e, em qualquer caso, não é exata, por vezes sobrepondo as bandas, uma frequência pode ser incluída em duas gamas (por exemplo, devido a fenômenos físicos diferentes que causam radiação, ou para diferentes usos da energia irradiada em uma frequência específica).

<sup>7</sup> Recommendation ITU-R V.431-8 (08/2015) Nomenclature of the frequency and wavelength bands used in telecommunications. Disponível em: <[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/v/R-REC-V.431-8-201508-!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/v/R-REC-V.431-8-201508-!!PDF-E.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2018.

A classificação mais típica do espectro eletromagnético estabelece as seguintes categorias de radiação eletromagnética:

- a) Ondas sub-rádio
- b) Ondas radioelétricas
- c) Micro-ondas
- d) Raios T
- e) Raios infravermelhos
- f) Luz visível
- g) UV
- h) Raios-X
- i) Raios Gama
- j) Raios cósmicos

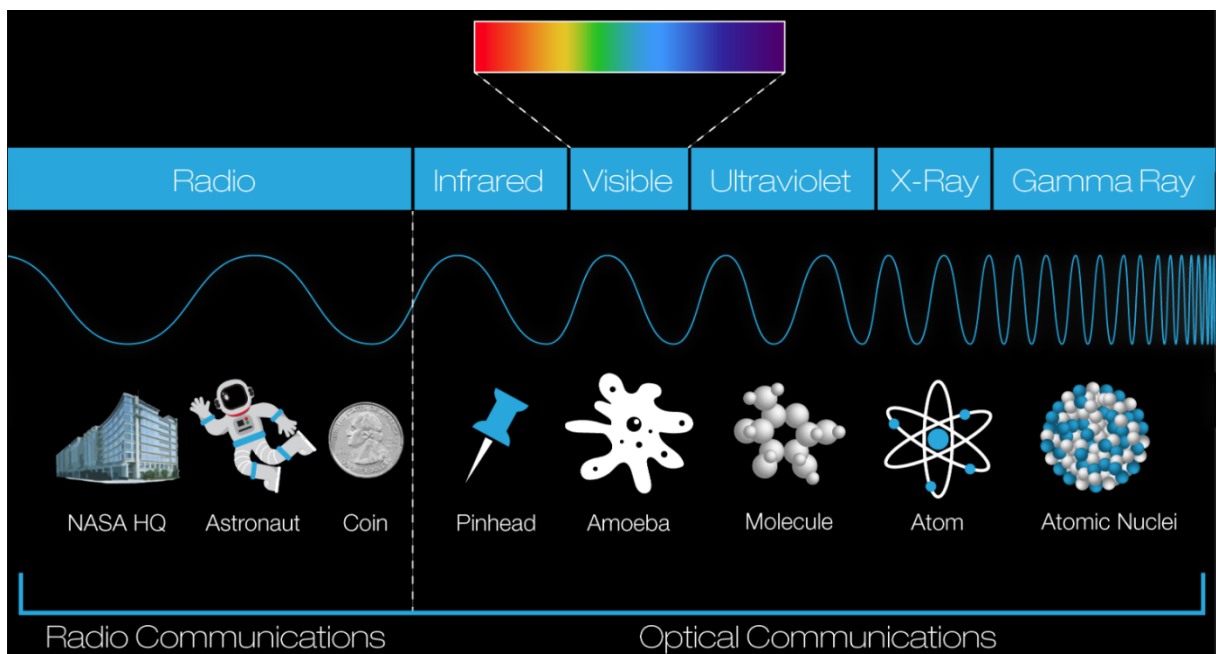


Gráfico 2 Tamanho da onda de rádio

Fonte: NASA

As ondas de rádio variam em comprimento: de muito grande como o tamanho de um edifício alto a pequeno, como o tamanho de uma moeda. No espaço, os comprimentos de onda com os quais as comunicações e a navegação se comunicam estão entre o tamanho de um edifício e o tamanho de uma cabeça de alfinete.

#### 1.8.4. Espectro radioelétrico

Conforme analisado, o espectro de rádio é a porção ou subconjunto do espectro eletromagnético que se distingue pelas suas possibilidades de radiocomunicações, isto é, pela transmissão de informações por meios não guiados. Esse subconjunto é determinado por dois fatores: as características de propagação das ondas eletromagnéticas em diferentes frequências e os avanços tecnológicos produzidos pelo ser humano.

Assim, na conferência da UIT-R (Setor de Radiocomunicações da União Internacional de Telecomunicações, então denominada CCIR) de 1947, radiocomunicações foram definidas como todas as telecomunicações produzidas por meio de ondas eletromagnéticas entre 10 kHz e 3.000 GHz, embora apenas tenham sido atribuídas bandas de frequências para utilização em radiocomunicações entre 10 kHz e 10,5 MHz. De acordo com o Regulamento das Radiocomunicações da UIT-R vigente, considera-se, atualmente, que o espectro radioelétrico é o conjunto de ondas cuja frequência é convencionalmente abaixo de 3.000 GHz e propagação através do espaço sem orientação artificial.

Na prática, frequências de radiocomunicações abaixo de 9 kHz (por não serem frequências adequadas e por causa de sua baixa taxa de transmissão) ou acima de 275 GHz não são atualmente alocadas pela UIT-R (devido a limitações tecnológicas e por ser esta parte do espectro ainda bastante inexplorada). No entanto, existem frequências fora deste intervalo reguladas pelo UIT-R (por exemplo, em infravermelhos e em luz visível, em frequências da ordem de centenas de THz) que também são utilizadas para radiocomunicações.

#### 1.8.5. Escassez induzida por políticas

O espectro eletromagnético, ou ondas de rádio, é o meio pelo qual os sinais de comunicação viajam – incluindo os da televisão, telefones celulares, radar, até mesmo os abridores de portas de garagem. Como outros bens públicos, o espectro é considerado "patrimônio comum da humanidade". Mas essa linha de pensamento, depois de muito debate, levou à escassez de regiões do espectro, à alocação centralizada do espectro pelo governo e à imposição de padrões técnicos de operação nas indústrias que o utilizam. O espectro é um recurso altamente diferenciado porque diferentes frequências têm capacidades de transporte distintas. Algumas frequências

são atenuadas pela chuva e outras condições atmosféricas, e outras são bloqueadas por estruturas físicas como edifícios. Nesse sentido, o espectro é exatamente como a terra, com suas extensas e intensivas margens determinadas pela fertilidade e outros atributos.

A regulamentação governamental de frequências em todo o mundo consistiu em alocar administrativamente seu uso entre serviços concorrentes – por exemplo, a atribuição de estações de rádio a regiões únicas nas faixas de AM e FM. O fato de que o governo falha em alocar o espectro de forma eficiente tem sido o assunto da reforma proposta em uma literatura econômico-histórica e crescente (ineficiências na regulação do espectro de rádio inspiraram o teorema de Coase<sup>8</sup>). Os pesquisadores, geralmente, concordam que as ineficiências persistiram (LEVIN, 1971; HAZLETT, 1998; CRAMTON, 1998; MACAULEY, 1998). Esta deslocação de recursos estáticos tem ocasionado o estudo da dinâmica dos efeitos dinâmicos no ritmo e direção da inovação em tecnologia de satélite.

Usando um modelo baseado em pesquisa teórica de inovação induzida por regulamentação (KAMIEN; SCHWARTZ, 1969; SMITH 1974, 1975; OKUGUCHI, 1975; MAGAT, 1976), pesquisas empíricas mostram que o regime de alocação usado pelo governo até 1999 sinalizava incorretamente a verdadeira escassez das frequências de espectro (MACAULEY 1986a, 1986b, 1998). Como resultado, os preços-sombra<sup>9</sup> de diferentes regiões do espectro foram distorcidos e a inovação das empresas de telecomunicações foi mal direcionada. O motivo desse descompasso foi o ajuste do *mix* de espectro e outros insumos (na forma de *hardware* e *software* usados nos dispositivos de comunicação) com base na escassez. Fabricantes de equipamentos de telecomunicações e operadores de serviços, por exemplo, tendiam a substituir a inovação para fazer melhor uso dos insumos de capital que possibilitariam um uso mais intensivo do espectro (mais capacidade de comunicação

---

<sup>8</sup> A teoria econômica da ação coletiva lida com a provisão de bens públicos (e outros para consumo coletivo) por meio da colaboração de dois ou mais indivíduos e o impacto das externalidades no comportamento do grupo. É mais conhecido como Teoria da Eleição Pública. O trabalho fundamental sobre ação coletiva no campo econômico é o artigo de 1937 de Ronald Coase: *The Nature of the Firm*. Nele, Coase introduz o conceito de custos de transação para explicar o tamanho das empresas e o problema do custo social em seu artigo de 1960, *The Problem of Social Cost*.

<sup>9</sup> O preço-sombra é aquele valor atribuído a um bem para o qual não há preço definido no mercado. Geralmente, esse tipo de propriedade é avaliado de acordo com o custo de oportunidade sob condições de concorrência perfeita e inclui tanto os custos privados que podem ser incorridos quanto os custos sociais associados.

por unidade de espectro), transmissores e receptores mais potentes ou sinais polarizados diferentes, quando o espectro estava "livre". Uma alocação mais flexível teria feito um trabalho melhor de sinalizar o ritmo e a direção da inovação eficiente. Também teria possibilitado a realização de ganhos de inovação que seriam economicamente viáveis e socialmente desejáveis se o espectro fosse "precificado". Essas oportunidades de inovar foram discutidas em reuniões de engenharia e publicações técnicas. Em 1999, no caso dos Estados Unidos, o governo federal havia começado a experimentar mercados de espectro e loterias com oportunidades de revenda para algumas regiões do espectro e muitas das novas tecnologias eficientes em termos de espectro que haviam sido imaginadas acabaram sendo desenvolvidas e adotadas.

Embora o modelo não teste rigorosamente as influências da economia política, como fizeram Cohen e Noll em seu estudo de *synfuels* (*synthetic fuels*), os autores encontraram um padrão de interesse em oposição e apoio a leilões. Detentores titulares do espectro, incluindo interesses bem organizados como a Associação Nacional de Emissoras, procuraram manter a atribuição administrativa e afirmaram que a inovação, para melhorar a eficiência do uso do espectro, era atingível dentro de pouco tempo. Empresas recém-formadas menos bem organizadas instaram a abertura do espectro por meio de procedimentos de mercado, como leilões, e apoiaram seus argumentos com protótipos de tecnologia de uso de espectro novos e mais eficientes.

#### 1.8.6. Washington 1927: nascimento do regime de comando e controle

Os serviços de radiodifusão regulares começaram a florescer no início dos anos 20. A transmissão pioneira da rádio holandesa Henricus Schotanus à Steringa Idzerda em 6 de novembro de 1919 é considerada por alguns como o início do primeiro programa de radiodifusão sonora do mundo. Sua noite musical pretendia promover a venda de seus receptores de rádio (WIJFJES, 1985). Em um passo seguinte, o uso de ondas de rádio para a radiodifusão obteve uma dimensão política, como meio de espalhar a palavra, tanto aquelas de um partido político, como uma organização religiosa ou outros grupos que representem um interesse especial.

Em 1925, já havia mais de 500 estações de transmissão nos Estados Unidos e quase todos os países europeus tinham um ou mais serviços de radiodifusão regulares (WOOLLEY, 1995). Mas as regulamentações nacionais e internacionais existentes não eram adequadas para lidar com essa aceitação. A interferência tornou-se generalizada, com um caos na radiodifusão como resultado (COASE, 1959, WOOLLEY, 1995). Uma "tragédia dos comuns" ocorreu no espectro.

Para resolver esta tragédia, os governos assumiram o papel de coordenadores supremos do espectro. A alocação de frequências para transmissão foi um dos itens mais urgentes da Conferência de Rádio de Washington em 1927 (CODDING, 1952). Esta conferência marcou o início de uma nova era para regulamentações de rádio internacionais. No referido evento, a faixa de frequência de 10 kHz a 23 MHz foi dividida em diferentes faixas de frequência que foram alocadas para serviços de rádio específicos. Em cada serviço de rádio, a radiodifusão – marítima, aeronáutica, móvel terrestre, ponto-a-ponto fixo e serviços de amador –, foi atribuída a sua própria parte do espectro de rádio para assegurar uma maior eficiência da operação, tendo em vista o aumento do número de radiosserviços de comunicação e as peculiaridades técnicas de cada serviço. Os serviços de rádio, coordenados e harmonizados internacionalmente, foram agrupados com o objetivo de reduzir a interferência e aumentar a eficiência técnica (KIRBY, 1995). Também facilitou a interoperabilidade, porque cada serviço de rádio usa seu próprio conjunto de frequências internacionalmente acordado. O gerenciamento de capacidade dentro de cada serviço de rádio foi feito por meio de um requisito de licença. O processo de licenciamento em si foi deixado para as administrações nacionais.

### 1.8.7. O modelo legado de regulação

O modelo tradicional de comando e controle do gerenciamento do espectro opera com base na teoria da regulação do “homem sábio”<sup>10</sup>. Sob esse modelo, o governo (1) aloca espectro para usos ou serviços específicos (como serviço de telefonia celular, transmissão de TV e sistemas de navegação aérea); (2) atribui

---

<sup>10</sup> É baseado no pensamento de Adam Smith (1759), no qual o homem sábio aceita de bom grado o sacrifício de seu interesse individual em prol de um interesse geral mais amplo. O homem sábio e virtuoso - responde Smith - é capaz de dominar seu egoísmo e se relacionar bem com o espectador imparcial, aquele que está no fundo do coração.

recursos do espectro (por exemplo, canais) a localidades particulares e / ou tipos ou classes particulares de usuários dentro das alocações específicas; (3) estabelece regras técnicas e outras regras de serviço que se aplicam ao serviço (por exemplo, limites máximos de potência do transmissor); (4) concede licenças que atribuem usuários a determinados canais ou grupos de canais (por exemplo, através de audiências comparativas ou leilões); e (5) aplica regras de uso por meio de monitoramento e outras atividades de fiscalização. Em suma, essa abordagem geralmente pressupõe que as decisões regulatórias, e não as forças de mercado, são “capazes de decidir quais são os melhores usos para o público”<sup>11</sup>.

#### 1.8.8. O aumento da demanda de espectro

As previsões sobre o aumento de dispositivos móveis e todos os tipos de objetos conectados fará com que o tráfego de dados móveis se multiplique por sete nos próximos cinco anos. Esta é a previsão do recente Relatório do Cisco Visual Networking Index (VNI) da Global Mobile Data Traffic 2016-2021 (CISCO, 2017) em sua décima primeira edição, no qual eles calculam que, até 2021, haverá mais celulares no mundo, cerca de 5.500 milhões, do que contas bancárias (cerca de 5.400 milhões). Em 2021, o tráfego global destes dados atingirá 49 *exabytes* (49.000 milhões de *gigabytes*) por mês e 587 *exabytes* por ano, o que representa um aumento anual de 47% entre 2016 e 2021, conforme mostra o Gráfico 3, p. 41).

O aumento exponencial dos usuários móveis, telefones inteligentes e conexões da Internet das coisas (IoT), além de melhorias na velocidade da rede e aumento do consumo de vídeo móvel, é responsável pelo incremento do percentual de intercâmbio global de dados móveis de 8% no ano de 2016, para 20% do tráfego IP total, nos próximos cinco anos.

---

<sup>11</sup> A faixa de 30 MHz a 3 GHz é um “ponto ideal” que combina boas características de propagação, pouca interferência de raios e outros fenômenos atmosféricos e a capacidade de construir equipamentos de baixo custo. Ver, em geral, Lucien Boithias, Propagação de Onda de Rádio 310-11 (David Beeson trad., McGraw-Hill, 1987) (1984); Joseph J. Carr, Manual de Antenas Práticas 479 (2001);

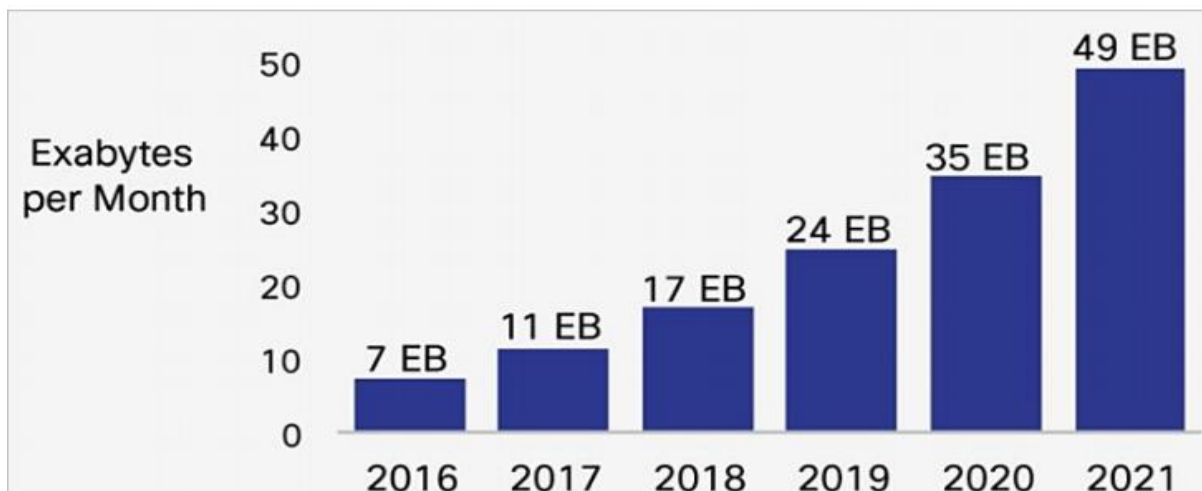


Gráfico 3 - Global Mobile Data Traffic, 2016- 2021  
 Fonte: Cisco VNI, 2017

Em cinco anos, haverá 1.5 dispositivos móveis por pessoa, quase 12.000 milhões de dispositivos móveis conectados, incluindo módulos M2M, para uma população mundial estimada de 7.800 milhões (de acordo com ONU), de 8.000 milhões de dispositivos móveis e 1.1 dispositivos por pessoa registrada em 2016, conforme mostra o Gráfico 4.



Gráfico 4 - Dispositivos móveis por pessoa mais módulos M2M  
 Fonte: Cisco VNI, 2017

A velocidade média das redes móveis será multiplicada por três: de 6,8 Mbps em 2016 para 20,4 Mbps em 2021. As conexões M2M representarão 29% (3.300 milhões) de conexões móveis totais, enquanto representaram 5% em 2016 (780 milhões).

milhões). O M2M será o tipo de conexão móvel de crescimento mais rápido como resultado do aumento nas aplicações da IoT em ambientes de negócios e consumidores.

O Quadro 2 exibe a porcentagem de espectro atribuído de acordo com a recomendação para 2015 e 2020 da UIT para 18 países da América Latina. Utilizando a recomendação da UIT de 1300 MHz para 2015 como ponto de referência, a situação na região pode ser resumida da seguinte forma: apenas quatro mercados excedem 30% do alvo e 11 acima de 20%. Enquanto isso, três países estão abaixo de 20%. No primeiro trimestre de 2016, houve uma média de 319,5 MHz na região média, ou seja, 24,58% desse parâmetro. A situação regional pode ser resumida da seguinte forma: quatro países atribuíram mais de 400 MHz; cinco estão localizados abaixo de 400 MHz, mas mais de 300 MHz e o resto dos países variam entre 208 e 290 MHz.

**Quadro 2 - Porcentagem de espectro atribuído de acordo com a recomendação para 2015 e 2020 da UIT**

Mercado	Total Espectro	Sugestão UIT 2015	2015 (%)	Sugestão UIT 2020	2020 (%)
Brasil	609	1300 Mhz	46,85	1720 Mhz	35,41
Chile	465	1300 Mhz	35,77	1720 Mhz	27,03
Costa Rica	460	1300 Mhz	35,38	1720 Mhz	26,74
Nicaragua	420	1300 Mhz	32,31	1720 Mhz	24,42
Argentina	403	1300 Mhz	31,00	1720 Mhz	23,43
Peru	394	1300 Mhz	30,31	1720 Mhz	22,91
Colombia	355	1300 Mhz	27,31	1720 Mhz	20,64
Venezuela	324	1300 Mhz	24,92	1720 Mhz	18,84
Mexico	314	1300 Mhz	24,15	1720 Mhz	18,26
Rep. Domini	312	1300 Mhz	24,00	1720 Mhz	18,14
Ecuador	290	1300 Mhz	22,31	1720 Mhz	16,86
Honduras	290	1300 Mhz	22,31	1720 Mhz	16,86
Paraguay	280	1300 Mhz	21,54	1720 Mhz	16,28
Uruguay	280	1300 Mhz	21,54	1720 Mhz	16,28
Bolivia	274	1300 Mhz	21,08	1720 Mhz	15,93
Panama	220	1300 Mhz	16,92	1720 Mhz	12,79
Guatemala	210	1300 Mhz	16,15	1720 Mhz	12,21
El Salvador	208	1300 Mhz	16,00	1720 Mhz	12,09

**Fonte:** 5G Spectrum Recommendations, 2016

Os modelos descritos no Quadro 1 (p. 17) possuem os pontos fortes e fracos dos diferentes modelos de gestão do espectro. Cada um deles, com exceção do modelo sem restrições, tem potencial dependendo do caso de uso. É tarefa de cada governo determinar o esquema caso a caso para organizar o acesso através da combinação de sistemas com os quais obtém a maior eficiência no uso do espectro,

mas não apenas levando em consideração a "vontade" dos usuários de pagar pelo espectro, mas também o benefício social, os objetivos das políticas públicas e o contexto do mercado de acordo com avanços e inovações.

No caso da Colômbia, a gestão e regulação do espectro é amplamente determinada pelo modelo tradicional de "comando e controle"; no entanto, há progresso em direção a uma regulamentação mais flexível. Isto ocorre porque há mudanças nas tendências promovidas pelo progresso tecnológico, pela convergência das tecnologias e pelo progresso paulatino da economia digital. Um exemplo é o estabelecimento de bandas de frequência de uso gratuito no território nacional (AGÊNCIA NACIONAL DE ESPECTRO, 2017), atribuição a um título secundário de algumas frequências e bandas de radiofrequências para sua livre utilização no território nacional e alocação, conforme resolução nº 473 do Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC, 2010) e planejamento da banda de frequências radioelétricas para o funcionamento dos Sistemas de Radiocomunicação da Banda Cidadã (MINTIC, 2002).

Outros exemplos, contraditórios em alguns aspectos, são o modelo do Brasil e o do México. As peculiaridades do primeiro são do tamanho de seu território, a criação de seus próprios padrões tecnológicos, como TV e rádio, bem como a adoção e promoção de *software* livre e redes de dados abertas. Essas circunstâncias tornam o modelo de regulação brasileira único na América do Sul. As referências regulatórias mostram uma flexibilização das regras relativas à venda, compra e transferência de espectro para certos serviços em bandas específicas, conforme dados da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL, 2006; 2010; 2013). O modelo de regulação é uma combinação do modelo de "comando e controle" e do modelo de "mercado".

O caso mexicano é relevante pelas seguintes razões: sua proximidade com os Estados Unidos, a influência das tendências tecnológicas que recebe, relações econômicas e políticas bem definidas. No entanto, o modelo regulatório, comparado com o dos Estados Unidos, é conservador, embora seja o mais flexível da região. Como exemplo, tem-se que esse modelo apresenta uma forte lei antimonopólio, um setor de telecomunicações totalmente liberalizado, compra, venda e transferência de espectro permitido (CAMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 2018), com autorização prévia da agência reguladora (IFT) e um modelo único de

implantação de infraestrutura, devido ao seu tamanho e cobertura. Seu modelo regulatório é mais orientado para o mercado e a indústria.

Com esses exemplos, deduz-se que não existe um modelo de controle e regulação puro do espectro na América Latina. Há uma mistura de dois ou mais modelos com o objetivo de conceder, em diferentes graus, o relaxamento das normas em função do novo contexto econômico e evolução de novas tecnologias e como estão determinando novos cenários para a participação do Estado, do setor privado e da sociedade civil.

## 2. O espectro radioelétrico: a evolução de sua gestão e sua importância

### 2.1. A gestão e administração do espectro

Os desenvolvimentos históricos levaram a uma situação em que o governo assumiu um papel central na gestão do rádio espectro de frequência (mais: espectro). No seguinte regime de comando e controle, o governo toma todas as decisões relevantes: 1) com que finalidade partes específicas do recurso podem ser usadas (a alocação); 2) quem pode usar essas partes (a atribuição); e 3) sob quais condições. O regime baseia-se na separação dos vários serviços de radiocomunicações para evitar interferências e, portanto, uso técnico eficiente do recurso. Este sistema tradicional de gestão do espectro tem duas limitações: 1) grandes faixas de espectro e, portanto, dificilmente usado; e 2) o regime é lento em responder a um ambiente de mudança, em termos de evolução do mercado.

Duas abordagens alternativas foram propostas para melhorar a gestão do espectro: (1) uma abordagem baseada na propriedade direitos; e (2) uma abordagem baseada no acesso não licenciado em um espectro comum (CAVE; DOYLE; WEBB, 2007, FAULHABER, 2005). Os elementos de ambas as abordagens alternativas foram implementados, os governos ainda estão lutando com a implementação. Estas abordagens mantiveram um papel dominante na gestão do espectro. O regime misto resultante, combinando comando-e-controle com direitos de propriedade e abordagens comuns, ainda é rígido e pode ser melhorado (ANKER, 2010b; FREYENS; ALEXANDER, 2015).

Embora a implementação dos direitos de propriedade e acesso não licenciado devam introduzir uma coordenação descentralizada de mercado, o processo global de gestão do espectro radioelétrico é ainda de cima para baixo, centrado na separação de serviços e controle governamental em níveis global, regional e nacional. A introdução da coordenação descentralizada precisa mudar o papel do governo de um controlador do processo de gestão do espectro a um facilitador da coordenação descentralizada no mercado de um processo de governança de múltiplos atores. No entanto, ao relaxar seu controle sobre o uso do espectro de rádio, os governos

enfrentam vários dilemas. Por um lado, eles serão responsabilizados pelo uso eficiente e efetivo do espectro de rádio como um recurso compartilhado à disposição da sociedade em geral e, por outro, são incertos se os atores privados desenvolverão o grau necessário de auto-organização para atingir esse objetivo.

## 2.1.1. Como o gerenciamento do espectro começou

### 2.1.1.1. Marconi e o nascimento da gestão do espectro radioelétrico

A apresentação de uma patente para um sistema de telégrafo sem fio por Marconi, em 2 de junho de 1896, é, geralmente, considerada como o nascimento do rádio e o uso comercial do espectro de frequência de rádio. Ele começou seu negócio vendendo equipamentos sem fio para uso a bordo de navios.

Como os concorrentes também começaram a entrar nesse negócio, mudou a estratégia. Marconi decidiu vender telegrafia sem fio como um serviço em vez de apenas o equipamento. Em 1900, começou a construir sua própria rede de estações de rádio terrestres ao longo das rotas marítimas nas costas da Grã-Bretanha, Irlanda, Bélgica, Itália, Canadá e Terranova. Depois treinou seus próprios radiotelegrafistas e colocou-os em todos os navios que ele equipou com uma estação de rádio sem fio. Esses radiotelegrafistas, ou marconistas, como eram chamados, só podiam se comunicar com estações sem fio de Marconi, tanto terrestres como a bordo de outros navios (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION, 1965). Ao fazer isso, ele criou um negócio privado de sucesso usando um recurso comum – o espectro de frequência de rádio.

Este comportamento da Companhia Marconi levou ao envolvimento governamental no uso de ondas de rádio. Em 1902, o Príncipe Heinrich da Prússia tentou enviar um telegrama de cortesia ao Presidente Roosevelt, quando voltava de uma visita aos Estados Unidos. No entanto, seu navio estava equipado com uma estação sem fio de fabricação alemã. Seu radiotelegrafista não conseguiu chegar à estação terrestre operada por Marconi (BERTHO LAVENIR, 1991).

Este evento desencadeou o início da coordenação internacional do uso do espectro de radiofrequências, uma vez que o Kaiser Wilhelm da Alemanha convocou uma conferência internacional sobre o uso da radiotelegrafia. Representantes de nove países reuniram-se em 1903 em Berlim para a Conferência Preliminar sobre Telegrafia Sem Fio (KIRBY, 1995). O acordo completo não foi alcançado, mas a Conferência elaborou um protocolo que serviu de base para um futuro acordo internacional sobre o uso da telegrafia sem fio. Entre os artigos do protocolo estava a exigência de que todas as estações fossem obrigadas a trocar mensagens com todos os navios sem distinção quanto ao sistema de rádio utilizado (ROBINSON, 1985).

Embora a interconexão fosse o principal problema na mesa da Conferência, as razões para o governo alemão convocar a conferência eram mais amplas e tinham a ver com a política da indústria. A recusa de interconexão pelo jogador dominante, Marconi, dificultou a entrada dos concorrentes no mercado, como a alemã Telefunken.

Esta conferência preliminar foi seguida, em 1906, pela primeira conferência de telégrafo de rádio de Berlim, na qual 29 países adotaram a primeira Convenção Internacional de Radiotelegrafia. Houve duas importantes disposições da Convenção, a saber: (1) a exigência de aceitar todas as mensagens das estações costeiras e dos navios, independentemente do sistema utilizado e (2) prioridade para chamadas de socorro. O anexo desta Convenção continha os primeiros regulamentos que regem a telegrafia sem fio. Decidiu-se usar dois comprimentos de onda correspondentes a 1000 kHz e 500 kHz para correspondência pública.

A interconexão entre os operadores de rádio foi considerada de interesse público, pois apoiava a segurança da vida no mar. A disponibilidade contínua do serviço deve ser assegurada em todos os momentos. Essa necessidade de regras de engajamento e coordenação internacional foi reforçada na próxima Conferência da Rádio Telégrafo, que ocorreu em Londres, pouco depois do desastre do Titanic em 1912 (CODDING, 1952).

Não foi a interferência que desencadeou a coordenação do uso do espectro de frequências de rádio e o desenvolvimento de suas regulamentações. Foi o uso dessa nova tecnologia por Marconi que a desencadeou. A recusa de Marconi em transmitir mensagens de operadores concorrentes enfrentou seus esforços para realizar

objetivos privados e cumprir com a realização dos objetivos públicos de interconexão e, ao mesmo tempo, manter a segurança na navegação marítima.

Os regulamentos foram usados como o arranjo institucional de escolha para salvaguardar os interesses públicos no uso de comunicações marítimas. As regulamentações permitiam o máximo de liberdade possível (modelo de negócio) para o serviço marítimo, com a exceção de alguns canais padronizados para a troca de mensagens públicas e mensagens de socorro. O resultado dos esforços de coordenação forneceu o apoio para um serviço público e um serviço de socorro usando um esquema de incentivo comercial, ou seja, combinando os interesses públicos e privados em uma nova combinação criativa (ANKER; LEMSTRA, 2013).

### 2.1.2. O papel do governo na governança do espectro

Os casos históricos discutidos acima revelam que a principal razão para o governo assumir um papel de supremo coordenador não era apenas controlar a interferência, mas, acima de tudo, para salvaguardar os interesses públicos. O regime resultante de comando e controle é um processo de cima para baixo, começando no nível global, através do nível regional, até a implementação em nível nacional, na qual serviços e aplicativos específicos são separados.

Este objetivo de salvaguardar os interesses públicos não é levado em conta nas abordagens alternativas - nem no regime de direitos de propriedade nem no regime comum. As soluções alternativas concentram-se na coordenação no mercado ou no uso de tecnologia para determinar quem (ou qual dispositivo) tem permissão para acessar o espectro. Eles tomam a interferência como o núcleo do problema e fornecem uma solução institucional (direitos de propriedade privada) ou uma solução técnica (tecnologia inteligente) para determinar quem (ou qual dispositivo) tem permissão para acessar o espectro sem criar interferência prejudicial.

Embora as abordagens alternativas devam permitir ao mercado direcionar o uso do espectro para seu uso mais lucrativo, isso é praticamente impossível devido à separação estrita dos serviços de rádio que ainda existem para salvaguardar os objetivos públicos. A salvaguarda dos objetivos públicos através da atribuição de espectro resultou no atual regime misto que é demasiado rígido.

No entanto, mudanças na tecnologia tornam possível proteger os interesses públicos por outros meios, além de uma separação estrita de serviços. Essa solução foi desenvolvida em um momento no qual cada serviço de rádio usava uma tecnologia específica e dedicada. Portanto, havia uma relação direta entre a tecnologia usada e o serviço a ser oferecido. Atualmente, há tecnologia disponível que pode ser usada para oferecer vários serviços. Um bom exemplo é a convergência das comunicações móveis e da transmissão. A tecnologia atual pode fornecer serviços de comunicações móveis e serviços de transmissão na mesma rede. O Multimedia Broadcast Service (EMBM) Evolved Broadcast Service (eMBMS) foi introduzido nas especificações 3GPP<sup>12</sup> para permitir a entrega multimídia, incluindo a prestação de serviços de transmissão de TV rede móvel. As especificações para transmissão de TV digital (DVB-T2<sup>13</sup>) oferecem possibilidades de descarregar serviços, especialmente vídeo ao vivo, de redes celulares pela rede de transmissão (GÓMEZ-BARQUERO, 2013).

Um segundo exemplo pode ser encontrado na convergência de algumas aplicações dentro do serviço fixo e do serviço móvel, como o acesso sem fio fixo cuja arquitetura tem mais em comum com a arquitetura de uma rede móvel do que com a arquitetura de *links* ponto a ponto. Um terceiro exemplo é a capacidade da nova tecnologia de comunicações móveis, especialmente a tecnologia LTE<sup>14</sup> e 5G<sup>15</sup>, de fornecer uma combinação versátil e flexível de serviços adaptada às necessidades de um grupo de usuários específico ou tipo específico de uso. Isso inclui a possibilidade de oferecer serviços públicos e sociais e aplicativos que, atualmente, são disponibilizados pelo uso de alocações de espectro dedicadas, como serviços de

---

<sup>12</sup> O Third Generation Partnership Project (3GPP) é uma colaboração de grupos de associações de telecomunicações, conhecidos como membros organizacionais. O objetivo inicial do 3GPP era estabelecer as especificações de um sistema global de comunicações 3G de terceira geração para telefones móveis, com base nas especificações do sistema GSM evoluído (Sistema Global para Comunicações Móveis) no âmbito do sistema internacional de comunicações móveis. (UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, 2000).

<sup>13</sup> DVB-T2 significa Digital Video Broadcasting - Terrestrial 2, que significa transmissão de vídeo digital - segunda geração terrestre. É a extensão do padrão de televisão DVB-T, emitido pelo consórcio Digital Video Broadcasting (DVB), projetado para transmissão de televisão digital terrestre.

<sup>14</sup> Long Term Evolution (LTE) é um padrão para comunicações de transmissão de dados sem fio de alta velocidade para telefones celulares e terminais de dados. 3GPP definido por alguns como uma evolução do padrão 3GPP UMTS (3G) e, por outros, como um novo conceito de arquitetura evolutiva (4G).

<sup>15</sup> Em telecomunicações, 5G são as abreviaturas usadas para se referir à quinta geração de tecnologias de telefonia móvel. É o sucessor da tecnologia 4G. Atualmente, não é padronizado e as empresas de telecomunicações estão desenvolvendo seus protótipos. Espera-se que seu uso seja em 2020.

segurança pública (Proteção Pública e Ajuda a Desastres) e serviços relacionados a transporte e gerenciamento de tráfego – Intelligent Transport Systems (ITS).

Portanto, esse relacionamento um-para-um entre oferta de serviços e tecnologia não é mais válido. Não obstante, o controle de interferência pelo agrupamento de tecnologia comparável no domínio da frequência ainda é. A alocação poderia ser ampliada, com base no comportamento da tecnologia no domínio da frequência, em vez da prática atual de uma separação baseada em uma oferta de serviço. As alocações amplamente definidas criam a possibilidade de o mercado garantir a melhor utilização do espectro economicamente sem a necessidade de um processo (prolongado) de reatribuição. Em tal ambiente, a aplicação das abordagens alternativas (direitos de propriedade e *commons*) leva a uma situação na qual alguns, mas não todos, objetivos públicos perseguidos pelo governo podem ser realizados. É então o papel do governo projetar o mercado de tal forma que os interesses públicos sejam protegidos e seus próprios objetivos sejam realizados.

No entanto, ao tomar decisões sobre o desenho do mercado, os governos precisarão tomar decisões que possibilitem às empresas privadas realizar seus objetivos também. Afinal, são as ações das empresas privadas, individual e coletivamente, que possibilitarão que os objetivos governamentais sejam realizados. Os arranjos institucionais que forem estabelecidos terão que dar a certeza às empresas de investirem em novas tecnologias e em sua exploração. Se, como resultado de considerações de lucratividade, as empresas decidirem não usar o sistema como pretendido, o governo falha em realizar seus objetivos.

Isso pode ser explicado com um exemplo: o desenvolvimento do arranjo institucional sobre o uso de dispositivos de espaço em branco na televisão nos Estados Unidos. A Federal Communications Commission (FCC) dos EUA fez frequências (espaços em branco) alocadas para o serviço de transmissão de televisão, mas não usadas para transmissão de televisão em uma determinada área geográfica disponível para internet de banda larga não licenciada. Seu uso pretendido é, acima de tudo, oferecer uma implantação de banda larga mais acessível em áreas rurais (FCC, 2010). No início, os aparelhos de espaço em branco da televisão precisam usar o sensoriamento. Como a tecnologia de sensoriamento não estava madura o suficiente, a FCC alterou as regulamentações para permitir o acesso ao

espaço em branco com base em um banco de dados de geolocalização. Essa situação marcou a mudança de um modelo de negócio orientado a dispositivos para outro em que há necessidade de investir em infraestrutura para construir o banco de dados e fornecer acesso a este. No entanto, a FCC manteve a configuração institucional de acesso não licenciado a espaços em branco. Dado o fato de que há pouca capacidade de espaço em branco disponível e não há garantias de acesso ao espectro, um regime de acesso não licenciado reduzirá os incentivos para que atores privados invistam na infraestrutura. Isso explicaria por que o número de dispositivos de espaço em branco de TV implantados ainda é limitado, embora uma oferta de serviço comercial já tenha sido possível em 2012, depois que a FCC permitiu que as entidades disponibilizassem os serviços de banco de dados de geolocalização necessários.

Para concluir, a FCC adotou uma abordagem muito cuidadosa para implementar regulamentos alinhados com o estado da arte da tecnologia. No entanto, não há alinhamento entre o objetivo público da FCC de fornecer acesso de banda larga em áreas rurais com os objetivos dos atores privados (ANKER; LEMSTRA, 2013).

Este exemplo mostra que o gerenciamento de espectro é muito focado no alinhamento entre instituições e tecnologia, de tal forma que interferências (prejudiciais) são evitadas. Não consegue abordar como o governo pode realizar seus objetivos públicos e sociais. Existe a necessidade de um processo de governança do espectro de tal forma que tanto o governo quanto os atores privados possam realizar seus respectivos objetivos. Portanto, o ponto de partida para a governança do espectro é uma prioridade dos atores.

### 2.1.3. Um redefinido processo de governança do espectro

Não é uma coincidência que o debate sobre as duas abordagens alternativas para a governança do espectro só ganhou força após a liberalização do setor de telecomunicações na década de 90. A liberalização acrescentou o objetivo de uso eficiente e econômico ao conjunto de objetivos perseguidos pelos governos. Começou um processo no qual preferia-se a competição do que uma organização centralizada de mercados. A concorrência é vista, portanto, como um instrumento para atingir esse objetivo adicional, incentivando a eficiência industrial, a alocação ótima de recursos,

o progresso técnico e a flexibilidade para se ajustar a um ambiente em mudança (MOTTA, 2004).

Um dos novos objetivos tornou-se a criação de um mercado competitivo para serviços de comunicação móvel. Leilões foram introduzidos em vários países, em que as forças do mercado determinam quem será o proprietário dos direitos de uso do espectro. A mudança institucional em direção a um sistema com direitos de propriedade privada, como já proposto no final dos anos 50 por Coase, está perfeitamente alinhada com este novo objetivo dos serviços de comunicação móvel (ANKER; LEMSTRA, 2013).

Desde então, os governos contam com um *design* de mercado e regulamentos associados para servir a uma mistura de objetivos econômicos e sociais. Os objetivos sociais precisam ser realizados pelos atores privados. No caso das comunicações móveis, a política de espectro de radiofrequências é utilizada para criar um mercado de telefonia móvel e acesso à internet móvel. Obrigações específicas podem ser anexadas às licenças para atender aos objetivos sociais, como, por exemplo, uma obrigação de cobertura.

O mercado provê uma solução para ambas as limitações do atual regime de comando e controle. A coordenação descentralizada no mercado leva a uma utilização mais eficiente do recurso e o mercado é considerado mais adaptável à mudança. Isso requer uma transformação no papel do governo que pode ser considerado como o próximo passo no processo de liberalização que ainda não foi reconhecido.

O papel do governo neste esforço de coordenação é: (1) projetar um mercado no qual a coordenação descentralizada possa ocorrer, incluindo direitos de uso amplamente definidos; (2) o governo pode melhorar o funcionamento do mercado fornecendo informações especializadas; ou (3) facilitando o mercado; (4) o governo pode precisar corrigir o mercado, com regulamentações específicas, para realizar seus próprios objetivos, se eles não forem um resultado do processo de mercado descentralizado; e (5) ampliar o papel do monitoramento para averiguar a proteção do interesse público (GROENEWEGEN, 2010).

### 2.1.3.1. Projetando o mercado

O primeiro papel do governo é disponibilizar o arcabouço legal e sua aplicação para estruturar um mercado de modo que a coordenação descentralizada possa ocorrer e o correto funcionamento do mercado seja preservado. A utilização eficiente do espectro é garantida pela coordenação privada no mercado. Ambos os direitos de propriedade e acesso não licenciado são úteis nesse *design* de mercado, pois são aplicáveis a diferentes tipos de serviços e aplicativos.

Na abordagem de direitos de propriedade, o espectro é considerado como um insumo para a entrega de serviços tipicamente comerciais por um número limitado de usuários, tais como comunicações móveis ou radiodifusão, que exigem um grande investimento inicial. O provedor do serviço só está disposto a pagar por esse investimento se puder ter certeza de que há um retorno adequado sobre o investimento. Os direitos exclusivos de uso garantirão que o proprietário possa ter acesso ao espectro por um período suficiente para recuperar e obter um retorno sobre seus investimentos. A troca de direitos em um mercado só é viável se os custos de transação forem baixos. Se o número de usuários for muito alto, os custos de transação podem se tornar proibitivos.

A abordagem de *commons* de espectro é especialmente útil para aplicações centradas em dispositivos, as quais, devido à quantidade irrestrita de usuários em potencial e a não divulgação de suas identidades, tornam os custos de transação proibitivos. Nesse caso, uma autorização geral fornecerá regras para restringir o comportamento do transmissor para evitar interferência. Todos os fabricantes podem colocar dispositivos no mercado, desde que estes cumpram os regulamentos da autorização geral.

No entanto, as abordagens alternativas não podem lidar com o interesse público associado a alguns tipos de uso. Exemplos claros são o controle do tráfego aéreo e as aplicações que têm de utilizar frequências muito específicas, como, por exemplo, o radar meteorológico, a radioastronomia e outros serviços científicos. Coase (1959) admite que pode haver necessidade de regulamentações especiais nos casos em que o mercado é muito caro para operar. Portanto, não se trata de escolher a melhor abordagem (alternativa) de gerenciamento do espectro. Será uma abordagem mista envolvendo direitos individuais de uso do espectro, acesso não

licenciado e regulamentações públicas (CAVE; DOYLE; WEBB, 2007; FREYENS, 2009).

### 2.1.3.2. Direitos de uso do espectro

Esses direitos de uso do espectro são direitos exclusivos. Eles podem ser considerados como direitos de propriedade (quase). A diferença é que os direitos de uso do espectro podem ser revogados pelo governo ou ter um período de uso limitado, a fim de permitir ao governo melhorar o funcionamento do mercado, se necessário.

Tais direitos serão distribuídos ao mercado por meio de uma atribuição primária desses direitos, geralmente um leilão. As regras do leilão precisam ser cuidadosamente elaboradas para atender aos objetivos do serviço relacionados aos direitos de uso do espectro. Objetivos claros e bem formulados são necessários para chegar a um projeto de leilão bem escolhido que atenda a esses objetivos. Em geral, o objetivo principal será uma atribuição economicamente eficiente. Para alcançar esse objetivo, serão necessárias regras de leilão para incentivar a descoberta de preços e evitar comportamentos estratégicos e conluio (CRAMTON, 2009; KLEMPERER, 2002). No entanto, o governo pode impor um teto de espectro para evitar uma posição dominante de um ou mais operadores ou pode reservar espectro para um recém-chegado, se isso for necessário para melhorar o funcionamento do mercado.

O princípio central desses direitos individuais de uso é que a negociação ocorrerá se esse direito puder ser usado de forma mais eficiente, do ponto de vista econômica, por um novo usuário do que pelo proprietário do direito. Para que a tomada de decisão descentralizada sobre o uso economicamente mais eficiente ocorra, como argumentado, há necessidade de alocações definidas de forma mais ampla e direitos de uso do espectro claramente definidos.

Na maioria dos casos, a negociação requer aprovação prévia das autoridades antes que a negociação ocorra. Se esta barreira à negociação instantânea for removida, ela oferecerá possibilidades para desenvolver um mercado à vista. Um mercado à vista é um meio perfeito para adquirir e vender direitos a acesso ao espectro com base na demanda real em qualquer momento no tempo (ANKER, 2010a). Esses direitos (amplamente definidos) também aumentarão as possibilidades de compartilhar o espectro entre o proprietário do direito e um usuário secundário que

aluga o espectro em localizações geográficas ou períodos para os quais o espectro não é necessário para o usuário principal.

### 2.1.3.3. Direitos de uso amplamente definidos

Os direitos de espectro terão que ser baseados em alocações amplamente definidas para assegurar que o mercado possa direcionar o uso do espectro para seu uso economicamente mais eficiente. Uma alocação amplamente definida desloca os limites da coordenação para a definição de direitos de uso e regras para compartilhar espectro entre várias tecnologias. A criação do mercado requer cuidadosa atenção à definição de direitos; para explicá-la com mais precisão, é necessário definir a quantidade de interferência que esses direitos podem causar aos usuários vizinhos. Nesse sentido, o Governo, como regulador, tem uma tarefa desafiadora que, segundo Coase (1959, p. 34), está relacionada à seguinte questão:

Até onde essa delimitação de direitos deve ocorrer como resultado de uma regulamentação rígida e até que ponto as transações no mercado são uma questão que só pode ser respondida com base na experiência prática. (livre tradução)

A experiência prática desde que esta afirmação foi feita por Coase mostra que esta coordenação no mercado não ocorre bilateralmente entre os usuários individualmente afetados. A coordenação ocorre em uma arena de padronização, dentro de um grupo maior de usuários e fabricantes de equipamentos. Seu principal incentivo para participar desse esforço de coordenação é obter economias de escala. Quando isso for alcançado, o foco principal do Governo será estabelecer os direitos de usar o espectro para manter regras para proteger os usuários perto de bandas de espectro vizinhas.

Historicamente, as condições técnicas associadas aos direitos de uso foram baseadas em uma determinada tecnologia e serviço a ela relacionado. Isso permitiu ao governo otimizar o uso eficiente e eficaz do espectro. No entanto, essa abordagem não oferece flexibilidade no uso da tecnologia. Alguns esforços foram feitos para chegar a uma definição mais neutra de direitos exclusivos. Os direitos de uso do espectro são hoje definidos pelo uso de uma Block Edge Mask (BEM), que consiste do envelope de energia / frequência dentro do qual as emissões de rádio devem

permanecer. A intenção do conceito é garantir que os direitos de espectro contenham as condições técnicas menos restritivas. Segundo a European Electronic Communications Committee (ECC, 2008), os direitos de uso do espectro são, na medida do possível, independentes da tecnologia específica e do serviço a ser prestado. Tecnologias alternativas podem ser utilizadas desde que o BEM seja respeitado.

Apesar das mudanças implementadas até agora, a atual definição de direitos ainda é muito controlada pelo governo. Um bom exemplo pode ser encontrado na Decisão Europeia sobre a harmonização da faixa de frequências de 694-790 MHz para sistemas terrestres (EUROPEAN COMMISSION, 2006). Esta decisão provê condições técnicas harmonizadas para o uso da banda de 700 MHz para banda larga sem fio, bem como fornece condições técnicas para o uso do *gap* duplex e bandas de guarda que fornecem flexibilidade no uso nacional. No entanto, as últimas condições técnicas são outorgadas para um conjunto muito limitado de serviços: áudio sem fio, serviços de segurança pública e comunicações entre máquinas. A decisão obedece às condições técnicas menos restritivas, mas limita a utilização dessas lacunas a determinados serviços muito específicos. Embora as mesmas condições possam ser usadas para oferecer outros tipos de serviços (rádio móvel privado de banda larga, câmeras sem fio), esses serviços não são permitidos na banda. A decisão dá apenas alguma flexibilidade no nível nacional para escolher entre alguns serviços específicos a serem oferecidos. Não prevê a coordenação no mercado para alcançar seu uso mais econômico. É um exemplo claro de uma abordagem de comando e controle em nível europeu.

O esforço de coordenação para chegar às condições técnicas menos restritivas precisa ser ampliado. O tipo de uso é deixado ao máximo possível para a coordenação privada, por exemplo, em uma arena de padronização. Uma estreita cooperação entre o governo e os atores privados será necessária para chegar a um BEM que, por um lado, proporcione a flexibilidade necessária para direcionar seu uso ao uso econômico mais eficiente, mas seja suficientemente rigoroso para proteger os usuários nas bandas vizinhas. Para definir os direitos do espectro com base no estado da tecnologia mais recente (tanto do transmissor quanto do receptor), essa cooperação envolverá tanto os operadores em potencial para vários serviços quanto os fabricantes e especialistas acadêmicos. Isso pode levar a uma situação na qual existem padrões

concorrentes, mas compatíveis, passíveis de serem usados dentro da mesma banda, em que todos cumprem os direitos de uso do espectro.

#### 2.1.3.4. Acesso sem licença

O mercado de serviços de comunicação assentado em infraestrutura pode ser acrescentado por um mercado de dispositivos baseados em acesso não licenciado. Por exemplo, a tecnologia empregada por operadores (móveis) com direitos de uso do espectro também pode ser usada sob uma autorização geral, embora com um nível de energia mais restrito. Isso levará a outros tipos de oportunidades de negócio. No caso das comunicações móveis, um mercado para dispositivos e aplicativos de comunicação móvel de baixa potência pode ser desenvolvido e os países podem criar seus próprios mercados para dispositivos de comunicação para usar as bandas de espectro de baixa potência.

No entanto, a legislação europeia é muito específica e baseia-se no tratamento separado de várias aplicações. A Decisão de Dispositivos de Curto Alcance (SRD) da Comissão Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 2006; 2013) é baseada em 14 categorias harmonizadas de SRDs, das quais 11 delas restringem o tipo de uso. A Decisão SRD abrange 81 definições para o uso de uma sub-banda, das quais 43 tratam de uma parte relativamente pequena do espectro entre 27 MHz e 2500 MHz. As definições identificam aplicações específicas, com níveis de potência associados e técnicas de mitigação, muitas das quais se aplicam às mesmas frequências. Um bom exemplo pode ser encontrado nos regulamentos da faixa de 2400 a 2483,5 MHz. Nesta banda, existem quatro perfis de rádio sobrepostos definidos para diferentes tipos de aplicações.

Assim, as regulamentações europeias têm aplicações muito específicas; elas favorecem um tipo de aplicação sobre outro, resultando em uma barreira de mercado desnecessária. As regulamentações poderiam ser muito simplificadas definindo um perfil de rádio e um potencial de interferência associado em termos de critérios gerais de utilização do espectro, como localização geográfica ocupada, tempo e frequência, para uma dada faixa de frequência – independentemente da tecnologia ou aplicação para a qual a tecnologia é usada (KRUYS; ANKER; SCHIPHORST, 2016).

Regras mais gerais, ou seja, menos específicas, fornecerão aos atores privados mais flexibilidade para atender às mudanças na demanda por determinados aplicativos e concederão uma barreira de entrada baixa para a introdução de novas aplicações e novas oportunidades de negócios, evitando a necessidade de entrar em um longo processo para alterar os regulamentos. Estas regras gerais baseadas no comportamento do rádio irão deslocar a coordenação, no que se refere ao tipo de uso, para a coordenação descentralizada, como, por exemplo, em um cenário de padronização, para implementar essas regras na tecnologia e alcançar economias de escala. Se os atores não conseguirem coordenar por causa de uma grande diversidade de atores, o governo pode encorajar, facilitar ou impor o desenvolvimento de um padrão.

Embora a padronização no nível internacional leve tipicamente a um processo demorado, ela também tem algumas vantagens. Primeiro, maiores economias de escala podem ser alcançadas. Em segundo lugar, uma vez que um padrão é definido, é mais fácil adaptar o padrão para atender aos avanços da tecnologia e, em seguida, entrar em um processo para adaptar os regulamentos.

#### 2.1.3.5. Um mercado para nichos

Atualmente, há muitas licenças emitidas em uma base “primeiro a chegar, primeiro a ser atendido” para todos os tipos de serviços específicos. Especialmente, as licenças para rádio móvel privado e acesso sem fio fixo poderiam ser usadas para ampliar o mercado de serviços de comunicação. Esses tipos de serviços têm condições de licenciamento muito específicas, baseadas em uma abordagem histórica na qual esses serviços específicos foram submetidos a tecnologias distintas. No entanto, as tecnologias para esses serviços estão convergindo agora. Tanto o acesso fixo sem fio quanto o rádio móvel privado podem usar o mesmo tipo de tecnologia (LTE) usada pelas operadoras móveis. A tecnologia LTE e, especialmente, a 5G supõem acomodar as diversas necessidades de conectividade de uma ampla gama de setores empresariais (como transporte, logística, automotriz, saúde, manufatura, energia, mídia, entretenimento) e os setores públicos (incluindo cidades inteligentes, segurança pública e educação).

Tornar as licenças mais gerais proporcionará a possibilidade de ampliar o mercado de serviços de comunicação sem fio com a criação de um nicho de mercado que desenvolva serviços especializados feitos sob medida para grupos de usuários de negócios específicos, disponibilizando licenças com uma área geográfica limitada de operação.

As licenças locais para uso também local podem restringir o poder de mercado dos operadores dominantes (nacionais) pela concorrência, o que é importante à medida que o mercado esteja propenso à consolidação. Os operadores dominantes não podem se comportar protegidos por barreiras de entrada elevadas, mas devem levar em consideração a atividade da franja competitiva. Portanto, haverá menos necessidade de o governo regular o comportamento dos operadores dominantes (CHURCH; WARE, 2000).

No momento, essas licenças locais são, na maioria dos países, não comercializáveis. O argumento é que não há necessidade de negociação porque as licenças não são escassas e oferecidas em uma base “primeiro a chegar, primeiro a ser servido”. No entanto, existem duas boas razões para permitir a negociação dessas licenças. Em primeiro lugar, elas oferecem a possibilidade de iniciantes começarem em uma área local e crescerem em direção a um *player* regional ou mesmo nacional. Em segundo lugar, tornar essas licenças mais genéricas as tornará mais atraentes. No entanto, elas não são escassas quando podem se tornar escassas no (próximo) futuro.

#### 2.1.3.6. Definindo um amplo mercado para serviços de comunicação sem fio

Uma abordagem mista consiste em direitos específicos de uso do espectro, acesso licenciado (local) e acesso não licenciado, ambos combinados com alocações amplas, que oferecem possibilidades para: (1) inovação gradual de uma geração de comunicações móveis para outra por operadores nacionais, (2) fornecimento de serviços direcionados a um grupo específico de usuários de negócios por operadores nacionais e participantes de nicho com base em uma licença comercial (local) e (3) aplicativos de pequena escala (por exemplo, comunicações internas) e inovações mais disruptivas no espectro não licenciado.

### 2.1.3.7. Informando o mercado

Um elemento essencial na coordenação descentralizada e na tomada de decisões é a disponibilidade de informações sobre o uso do recurso e sua variabilidade ao longo do tempo (MCGINNIS; OSTROM, 2008). A disponibilidade dessas informações no mercado pode reduzir o custo da transação (STERN, 2011). Essas informações sobre a propriedade dos direitos de uso do espectro e o seu uso também são necessárias ao governo para fins de aplicação. Isso coloca o governo em uma posição perfeita para coletar informações sobre a propriedade e o uso do espectro, não apenas para uso próprio, mas também para dar essa informação de propriedade e monitoramento ao mercado para facilitar a coordenação entre atores privados. Além disso, esta informação factual sobre o uso real do espectro de rádio também pode facilitar a negociação e apresentar mais *insights* sobre as possibilidades de uso adicional (secundário) em bandas que já estão em uso por um legítimo proprietário de um direito de propriedade do espectro, em áreas geográficas e em períodos de tempo em que não é utilizado pelo usuário histórico.

Além disso, o governo pode outorgar informações adicionais para reduzir a incerteza de atores privados, submetendo informações oportunas sobre a disponibilidade de espectro futuro para comunicações móveis, como, por exemplo, o resultado de negociações internacionais na Conferência Mundial de Rádio sobre o calendário de futuros leilões de espectro e sobre os objetivos sociais do governo relacionados com a utilização do espectro de radiofrequências. Isto pode ser conseguido através de um memorando de espectro ou um memorando sobre comunicações móveis, que declare os objetivos do governo para comunicações móveis e conceda informações sobre as ferramentas necessárias a serem aplicadas e ações a serem tomadas para implementar esses objetivos.

### 2.1.3.8. Facilitando o mercado

Se as alocações forem mais genéricas, o espectro não será mais subdividido em várias faixas de frequência de uso único. As bandas de frequência serão compartilhadas entre vários grupos de usuários. Isso mudará fundamentalmente a característica do problema de coordenação. Em um recurso de uso único, os usuários

compartilham um interesse comum na exploração do recurso. Em um recurso de uso múltiplo, ele é compartilhado entre vários grupos de usuários que podem ter interesses conflitantes. Isso dificulta a coordenação de um recurso de uso múltiplo e pode levar a uma situação em que a coordenação não ocorra (MCGINNIS; OSTROM, 1996; STERN, 2011).

O governo como custodiante do espectro de frequências de rádio está em boa posição para facilitar a coordenação entre grupos de usuários com um interesse conflitante. Uma possibilidade para isso é facilitar o desenvolvimento de uma plataforma para negociação de uso de recursos (STEINS; EDWARDS, 1999). A comunicação *face to face* em uma plataforma pode ajudar o grupo de atores a ganhar um senso de “solidariedade” e construir confiança entre os membros do grupo. O aprendizado em grupo por meio do compartilhamento de informações, fazendo coisas juntos e tendo sucessos compartilhados pode, com o passar do tempo, ter precedência sobre as diferenças dentro do grupo. Mesmo entre grupos heterogêneos, com significativas diferenças no poder econômico e político, a comunicação pode aumentar a identidade e a solidariedade. A comunicação face a face pode criar, no mínimo, a percepção compartilhada de um consenso em favor da cooperação e pode, de fato, levar a compromissos reais de cooperação (OSTROM, 2007).

Um exemplo histórico da criação de uma plataforma pode ser encontrado na história do GSM. Os governos europeus e os agentes privados compartilhavam um interesse em desenvolver um sistema de comunicações móveis que pudesse dar serviços a um mercado de massa a baixo custo. Isso levou à criação do ETSI, Instituto Europeu de Padrões de Telecomunicações, no qual fabricantes, operadores, administrações e grupos de usuários cooperam e isso levou à coordenação entre operadoras móveis e à formação da Associação GSM (LEMSTRA; ANKER; HAYES, 2011).

Um exemplo mais voltado para o futuro poderia ser uma plataforma para definir os requisitos da tecnologia de comunicações móveis (5G) para aplicativos essenciais aos negócios e aplicativos de segurança pública. O envolvimento governamental pode ser necessário para ajudar os setores a formular suas necessidades e reunir diferentes setores com requisitos comparáveis. Um conjunto comum de requisitos

para vários setores pode ser necessário para alcançar economias de escala e facilitar a padronização.

O governo também pode facilitar a coordenação, reunindo atores privados para facilitar o esforço de padronização em si, ou para subsidiar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias antes da padronização e para fortalecer a relação entre pesquisa e desenvolvimento e usuários do espectro. Os governos já subsidiam projetos de P&D e, na União Europeia, já existe uma abordagem coordenada da investigação e desenvolvimento relacionados com a utilização do espectro nos programas-quadro financiados pela UE (PQ7 - Horizon 2020) e COST<sup>16</sup>. No entanto, a relação entre esses programas e a comunidade de gerenciamento do espectro é relativamente fraca. As informações desta pesquisa poderiam ser usadas para tomar decisões mais bem informadas no processo de alocação em nível internacional e para definir melhor os direitos sobre o espectro e as regras de compartilhamento.

#### 2.1.3.9. Corrigindo o mercado

Até agora, assumiu-se que os objetivos do governo relacionados com os interesses públicos são realizados pelos atores privados. No entanto, isso nem sempre será o caso. Assim, o governo pode impor regras para realizar os interesses públicos. Alguns autores argumentam que não há necessidade de tratar tarefas públicas e serviços sociais diferentes dos serviços comerciais (CAVE; DOYLE; WEBB, 2007). Eles argumentam que as frequências de rádio são uma entrada para a função de produção que pode ser adquirida no mercado, assim como outros insumos, como terra e trabalho. No entanto, isso pressupõe que exista um mercado líquido funcional para os direitos do espectro. Como este não é o caso no momento, haverá necessidade de regulamentações específicas.

Outro ponto relacionado é que pode haver necessidade de corrigir o mercado porque os interesses públicos mudam. Um bom exemplo é o provisionamento de comunicações móveis. Quando o mercado foi criado, havia apenas uma necessidade

---

<sup>16</sup> O Horizonte 2020 é o maior programa de investigação e inovação da UE com cerca de 80 mil milhões de euros de financiamento disponíveis ao longo de 7 anos (2014 a 2020) - além do investimento privado que este dinheiro irá atrair.

de cobertura nas cidades e nas estradas intermediárias. Atualmente, com a crescente tendência de comunicação móvel e sem fio, eles se tornaram uma facilidade essencial para o bom funcionamento da sociedade em geral, com a prestação de serviços relacionados a *e-banking*, *e-learning* e *e-health* (OSSEIRAN et al., 2014). Isso significa que a disponibilidade nacional do serviço, outrora puramente comercial, de comunicações móveis públicas terá um interesse social ligado a ele. Isso pode, por exemplo, exigir regulamentações para organizar a cobertura de uma rede móvel em áreas comercialmente pouco atraentes.

Atualmente, os serviços relacionados ao interesse público são, em muitos casos, salvaguardados pela alocação de espectro dedicado a esses serviços. No entanto, a tecnologia atual permite transferir essa coordenação para a arena de atribuição e padronização, a fim de aumentar as possibilidades de o mercado disponibilizar esses serviços e dar mais flexibilidade. Um bom exemplo pode ser encontrado na implementação de um conjunto de serviços relacionados à proteção pública e alívio de desastres (PPDR) nos lançamentos atuais e futuros da LTE. Isso é aplicado mais amplamente para o desenvolvimento da próxima geração de comunicações móveis (5G). Espera-se que a 5ª geração de comunicações móveis suporte não apenas o aumento do volume de dados móveis, mas também amplie a gama de domínios de aplicativos que as comunicações móveis podem suportar além de 2020. Isso inclui a possibilidade de submeter serviços e aplicativos públicos e sociais que atualmente são fornecidos através do uso de alocações de espectro dedicadas, tais como serviços de segurança pública e serviços relacionados ao transporte e gerenciamento de tráfego (Intelligent Transport Systems).

Portanto, alocações específicas definidas de maneira restrita nem sempre são necessárias para atender a serviços públicos e sociais. No entanto, pode haver a necessidade de envolvimento governamental na padronização para assegurar que o sistema cumprirá os requisitos da tarefa pública ou serviço social. Esse é o caso se os objetivos públicos não se alinharem com os objetivos dos atores privados. A interconexão e a interoperabilidade são exemplos de objetivos públicos que, no passado, foram o motivo de um esforço conjunto de padronização, que levou ao desenvolvimento do GSM. Atualmente, esses objetivos públicos alinham-se aos objetivos privados e são realizados por atores privados por meio da padronização, devido à necessidade de economias de escala.

Regulamentos específicos para realizar objetivos governamentais podem assumir diferentes formas. Em primeiro lugar, pode haver a necessidade de uma alocação estritamente definida para proteger o uso do espectro por esse serviço em todas as circunstâncias. Essa abordagem de "comando e controle" pode envolver uma licença exclusiva ou acesso não licenciado. Este é especialmente o caso de aplicações que precisam de frequências muito específicas, como a radioastronomia ou um radar meteorológico ou para serviços essenciais para o funcionamento da sociedade, como o controle de tráfego aéreo.

Outros interesses públicos podem ser obtidos colocando restrições ou obrigações adicionais em serviços ou aplicativos comerciais. Um governo precisa ter muito cuidado para fazer isso. Os efeitos da intervenção governamental nunca serão neutros. Essas regulamentações terão impacto no modelo de negócio para a prestação de serviços. Assim, eles provavelmente influenciarão o bom funcionamento do mercado.

A questão é: Um modelo de negócio lucrativo pode ser realizado se essas restrições adicionais forem impostas? Em outras palavras, os incentivos dos atores privados para explorar o espectro estão alinhados com os objetivos públicos impostos a essa exploração? Isso é mais facilmente explicado com um exemplo: um direito de uso do espectro para serviços de comunicação móvel pode incluir uma obrigação de cobertura para garantir a disponibilidade do serviço em todo o país. No entanto, se as obrigações de cobertura forem demasiadamente rigorosas, em termos de área geográfica ou no período em que a cobertura precisa ser atingida, a obrigação pode se tornar um obstáculo para novos operadores ou mesmo um obstáculo tão grande que o serviço não é prestado de todo.

Outro exemplo pode ser encontrado no leilão do Bloco D para a faixa de 700 MHz nos Estados Unidos em 2008. O licenciado (comercial) do bloco D tinha o requisito de desenvolver uma rede de banda larga nacional compartilhada para uso comercial e uso de segurança pública, em que os usuários de segurança pública poderiam antecipar os serviços comerciais durante emergências. O leilão deste bloco falhou. Não houve ofertas para o bloco D recebido durante o leilão (BAZELON, 2009). Pode-se concluir que as regras eram muito rígidas e que a preferência pelo bloco D

criava muita incerteza para um ator privado. Isso sugere um desalinhamento entre os objetivos públicos e os objetivos dos atores privados.

O alinhamento bem-sucedido só é possível se o governo estiver ciente das oportunidades de negócios pretendidas e se os atores privados estiverem cientes dos objetivos públicos. Somente então os atores privados poderão fazer um julgamento justo das oportunidades e o governo poderá impor restrições realistas. Em outras palavras, as informações sobre as preferências de todos os participantes devem ser compartilhadas e consideradas como conhecimento comum. Quando esta informação não estiver disponível, a coordenação se tornará difícil, mesmo se os participantes tiverem um objetivo em comum (OSTROM et al., 1994).

#### 2.1.3.10. O papel do monitoramento expandido

O monitoramento tornar-se-á um aspecto mais central do trabalho do governo como facilitador da coordenação descentralizada. A funcionalidade do monitoramento precisará ser ampliada além da necessidade de finalidades de execução (clássicas). Haverá necessidade de estender o monitoramento para conceder informações gerais sobre o uso real do espectro a fim de reduzir os custos de transação. Por último, mas não menos importante, o monitoramento será necessário para validar se os objetivos públicos são alcançados através da exploração do recurso pelos atores privados. Isso exigirá outro tipo de monitoramento. Envolve o monitoramento geral do funcionamento do mercado, bem como um monitoramento mais específico relacionado aos objetivos públicos declarados.

A informação de monitorização pode ser incorporada num processo periódico de revisão e revisão da política do espectro e capturada num Memorando de Política de Espectro, tendo em conta as mudanças no interesse público, os avanços tecnológicos e as alterações na estrutura do mercado e na procura do mercado.

### 2.1.4. Implementando o processo redefinido de governança

#### 2.1.4.1. Mudanças no nível global

As mudanças no nível global são limitadas. Recentes desenvolvimentos tecnológicos da tecnologia de comunicações móveis (como LTE e 5G) são capazes de apresentar uma mistura versátil e flexível de serviços de comunicação. Isso vai desfocar a distinção entre serviços móveis, serviços de transmissão e serviço fixo (excluindo *links* ponto a ponto). A maioria das bandas alocadas ao serviço móvel já estão alocadas ao serviço fixo. Isso pode ser estendido com uma alocação para o serviço de transmissão. Seria lógico integrar o Grupo de Estudo 6 (serviços de radiodifusão) no Grupo de Estudo 5 sobre serviços terrestres. Alocações amplas mudarão o foco de UIT para o compartilhamento de regras e mecanismos de compartilhamento. O cenário mais lógico para estudos mais gerais sobre mecanismos e regras de partilha é o Grupo de Estudo 1, encarregado de realizar estudos sobre princípios e técnicas gerais de gestão do espectro.

No momento, a coordenação internacional na Conferência Mundial de Rádio é às vezes usada para coordenação que também pode ocorrer em uma arena de padronização. Um bom exemplo pode ser encontrado na identificação de bandas para a próxima geração de comunicações de banda larga móvel. A maioria das bandas-alvo já tem uma atribuição móvel. O principal objetivo da identificação de bandas é atingir economias de escala, o qual também poderia ser alcançado pela coordenação privada em uma arena de padronização. Isso apresenta as possibilidades para a World Radiocommunication Conference (WRC) concentrar sua atenção nas bandas que ainda não estão alocadas para comunicações móveis.

A identificação de bandas para uma nova geração de comunicações móveis ainda pode exigir estudos de compartilhamento dentro da ITU, para permitir uma definição clara dos direitos de uso e possibilidades de compartilhamento com outros serviços de rádio para os quais as bandas são alocadas. Essa tarefa pode ser executada nos Grupos de Estudo em estreita cooperação com os fóruns de padronização, o que dará mais tempo para chegar a um bom relatório de compartilhamento. Isto tornou-se uma questão importante, pois, na preparação da WRC 2015, a quantidade de estudos a serem realizados foi tão grande que foi impossível finalizar todos os estudos antes da Conferência ser iniciada. Este argumento é ainda mais forte para a Conferência Mundial de Rádio de 2019, cujas decisões procuram ser feitas sobre a identificação de muitas bandas para 5G acima de 24 GHz. A maioria dessas bandas já tem uma alocação móvel, enquanto as bandas

de frequência são relativamente altas, o que facilita as possibilidades de compartilhamento.

#### 2.1.4.2. Mudanças no nível regional

A maior mudança será no nível europeu. O atual regulamento europeu é muito restritivo e tem, em muitos casos, alocações muito específicas. A regulamentação europeia, em matéria de espectro, procura se centrar na harmonização técnica, e não na harmonização dos serviços. Especialmente, a realização de regras mais genéricas para acesso não licenciado não será uma tarefa fácil, porque a regulamentação atual favorece os interesses adquiridos. O melhor ponto de partida para esta alteração seria o Comitê do Espectro de Radiofrequências da Comissão Europeia, uma vez que o grupo de trabalho da Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications (CEPT) / ECC que lida com dispositivos de curto alcance é densamente povoado por membros da indústria e será mais orientado para a proteção destes interesses.

Alocações mais restritas são, como argumentado, apenas justificadas se houver necessidade de proteger um interesse público. Há muitas ocasiões em que a realização de economias de escala é usada como argumento para justificar uma alocação mais específica. No entanto, a coordenação para alcançar economias de escala pode ser realizada entre os próprios atores privados dentro de uma arena de padronização. A Comissão Europeia poderia desempenhar um papel para facilitar a coordenação proposta, reunindo atores privados para facilitar o esforço de padronização, subsidiar a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias antes da padronização e fortalecer a relação entre pesquisa e desenvolvimento na comunidade de gerenciamento do espectro.

Outro ponto é que, não em todos os países, existe, no momento, a *expertise* disponível para atender ao papel ampliado de monitoramento. A cooperação regional entre os órgãos nacionais responsáveis pode ajudar a construir os conhecimentos necessários e aprender com as melhores práticas uns dos outros.

#### 2.1.4.3. Uma plataforma para coordenação em nível nacional

Um rádio cognitivo é um rádio que é capaz de reconhecer e usar partes do espectro de rádio que são atribuídas a um usuário convencional, mas que, na verdade, não são usadas por esse usuário. O rádio cognitivo é capaz de adaptar sua estratégia de comunicação para usar essas partes não utilizadas, minimizando a interferência que causa aos usuários convencionais. Essa capacidade da tecnologia de rádio cognitiva é considerada altamente valiosa para a introdução de novos serviços de comunicação por rádio, já que, essencialmente, todo o espectro de rádio utilizável foi alocado e atribuído, mas algumas partes do espectro são pouco usadas.

A exploração comercial da tecnologia de rádio cognitiva ainda é muito limitada, embora sejam envidados esforços significativos no desenvolvimento da tecnologia. O uso de rádio cognitivo é principalmente confinado a experimentos e testes de campo. Uma das principais razões para essa falta de uso prático e comercial da tecnologia de rádio cognitiva é a incerteza sobre os arranjos institucionais. Embora existam possibilidades de usar rádio cognitivo sob o atual regime de gerenciamento de espectro de rádio, o ambiente institucional atual não é compatível com formas dinâmicas de acesso ao espectro possibilitadas pela tecnologia cognitiva. Disposições regulatórias são necessárias para alinhar os arranjos institucionais com as novas capacidades da tecnologia de rádio cognitiva. Essa incerteza terá de ser mitigada antes que uma implantação bem-sucedida e em grande escala seja esperada e o potencial valor econômico e social relacionado ao uso dinâmico e mais eficiente do espectro de radiofrequências possa ser realizado (ANKER, 2010b).

Existem várias razões pelas quais o governo está em uma boa posição para dar o primeiro passo nesse esforço de coordenação. Em primeiro lugar, o governo tem um objetivo claro em mente para o uso de tecnologia de rádio cognitiva: aumentar o uso eficiente do espectro. No entanto, para a realização desse objetivo, ele depende da indústria e dos provedores de serviços. Em segundo lugar, o governo tem maior liberdade. O governo pode influenciar diretamente os desenvolvimentos que estão ocorrendo na tecnologia, bem como os desenvolvimentos no mercado, por meio de acordos institucionais e políticas do setor. Em terceiro lugar, a regulamentação diz respeito a dar certeza. Não apenas restringindo o uso, mas também permitindo e facilitando o uso inovador (ANKER, 2010A; BALDWIN; CAVE, 1999).

O governo pode facilitar essa atividade de coordenação estabelecendo o início de uma plataforma na qual a indústria de equipamentos, os provedores de serviços e o próprio governo cooperam estreitamente com o objetivo de encontrar combinações potenciais de produto-mercado cuja funcionalidade de rádio cognitivo apresenta um valor agregado. Tal plataforma poderá determinar se esses casos são atraentes o suficiente para serem aceitos pela indústria como primeiras aplicações de rádio cognitivo. Esse “ponto ideal” serve como um catalisador tanto para o setor privado, no sentido de desenvolver produtos e serviços baseados em tecnologia cognitiva, como para o governo realizar o objetivo de uso (compartilhado) mais eficiente do espectro.

Uma Comunidade de Prática relacionada ao rádio cognitivo (CRplatform.NL) foi estabelecida nos Países Baixos para facilitar a coordenação pelos atores, sendo ambos atores privados e o governo. A iniciativa da plataforma foi originada por representantes do governo, da indústria e da comunidade acadêmica. As reuniões da plataforma são facilitadas por um representante da comunidade acadêmica como um anfitrião neutro sem um interesse específico.

Uma das principais conclusões das discussões é que a funcionalidade de rádio cognitivo agrega mais valor em situações que são tipicamente aplicações de nicho ou são um pequeno segmento do mercado global de tecnologias sem fio. Uma das razões é o fato de que a tecnologia de rádio cognitiva é basicamente uma tecnologia para (mais eficientemente) compartilhar o espectro de rádio. Como o rádio cognitivo fornece funcionalidade adicional em comparação com a tecnologia de rádio atual, isso terá um aumento de custos, pelo menos inicialmente. Espera-se que as situações de demanda de alta intensidade temporária ou local forneçam a maior disposição a pagar pelos usuários finais.

Um caso de negócios viável para o rádio cognitivo exigirá economias de escala. Isto pode ser alcançado pelo desenvolvimento de uma plataforma de tecnologia de rádio cognitiva comum combinando aplicações de nicho com características comparáveis, e socorro a desastres e coleta de notícias eletrônicas. No entanto, continua a ser um mercado para aplicações de nicho. Isso amplia a necessidade de coordenação para o nível europeu, se não para o nível global. Essa coordenação ainda pode ser deixada para ser organizada pelos atores da indústria. No entanto, a experiência do caso de uso sugere que, se não houver um caso comercial muito

convicente, a probabilidade de que os atores do setor tomem a liderança seria baixa. Isto está de acordo com o fato de que as discussões dentro da Comunidade de Prática confirmaram o papel do governo para facilitar esta busca por um ponto ideal no mercado de produtos.

### 3. O mapeamento dos ecossistemas

#### 3.1. Atores de espectro e telecomunicações

O objetivo deste capítulo é explorar os vários fatores que são considerados na utilização de uma solução *wireless* que disponibilize serviços de telecomunicações e algumas das principais questões associadas ao uso do espectro de telecomunicações. Para conseguir isso, apresenta uma visão geral das vantagens e desvantagens de usar uma rede fixa *versus* sem fio para serviços de telecomunicações. Este capítulo aprofunda os principais participantes dos fóruns de espectro, incluindo operadores de telecomunicações e usuários e fabricantes de equipamentos. Ademais, mostra o novo ecossistema das tecnologias das comunicações e a informação para Brasil, Colômbia e México, como também o mapeamento do atual ecossistema do espectro radioelétrico para os mesmos países.

##### 3.1.1. Soluções de rede sem fio *versus wireless*

As redes de telefonia sem fio e fixa têm certas vantagens e desvantagens (Quadros 3 e 4, respectivamente), tanto em geral quanto quando analisadas como soluções técnicas para a prestação de serviços específicos de telecomunicações.

**Quadro 3 - Vantagens e desvantagens das redes sem fio**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Mobilidade	Preocupações de propagação
Alcance geográfico	Potencial de interferência
Custos mais baixos	Despesa de taxas regulatórias
Evitar grandes pagamentos adiantados	Evitar grandes pagamentos adiantados
Implantação rápida	
Comunicações a qualquer hora e em qualquer lugar	
Menos preocupações pela concorrência	
Menos regulamentação	
Capacidade de suplementar a rede de telefonia fixa	

Fonte: Manner, 2003

**Quadro 4 - Vantagens e Desvantagens das Redes Fixas**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Comunicações confiáveis	Necessidade de infraestrutura embutida
Eliminação de preocupações de interferência	Apenas serviço fixo
Diminuição no custo da rede conforme o uso aumenta	Implantação lenta

Fonte: Manner, 2003

Conforme descrito nos Quadros 3 e 4, foram examinadas as vantagens e desvantagens gerais de ambos os tipos de redes de telecomunicações<sup>17</sup>.

As vantagens associadas às redes sem fio incluem:

- Mobilidade: Diferentemente da rede fixa, as tecnologias sem fio proporcionam ao usuário a capacidade de ser móvel ao usar dispositivos de telecomunicações sem fio (GEIER, 2000).
- Alcance geográfico: A capacidade de atingir muitas pessoas e de cobrir grandes distâncias geográficas (incluindo no espaço exterior) com infraestrutura limitada.
- Reduzir os custos devido a menos equipamentos de rede: Em muitos casos, os serviços de comunicação que utilizam o espectro de radiocomunicações têm um custo maior que serviços de telefonia fixa por causa da implantação de rede com menos recursos intensivos (GEIER, 2000).
- Em muitos casos, a capacidade de evitar grandes pagamentos iniciais para a construção de rede: com relação às redes baseadas em não satélites, os fornecedores de serviço sem fio são capazes de construir suas redes com menos investimento. Isso ocorre porque as redes sem fio baseadas em satélite podem iniciar com uma área de cobertura menor que pode ser expandida com facilidade e rapidez conforme a rede cresce. Isso está em contraste com a rede de telefonia fixa, que exige uma construção próxima à escala total no primeiro dia das operações. Os sistemas de satélite, no entanto, são mais parecidos com os serviços de telefonia fixa, devido ao grande investimento inicial necessário no próprio satélite (GEIER, 2000).

---

<sup>17</sup> No entanto, é importante ter em mente que uma análise separada sobre as vantagens indiretas de qualquer solução específica precisaria ser útil e tecnologicamente específica.

- Implantação rápida: As redes sem fio, geralmente, podem ser implantadas em uma base rápida graças aos requisitos de rede limitados (ou seja, sem fiação extensa). Por exemplo, em emergências, as redes sem fio são facilmente levadas para a área de serviço necessária e implantadas. Um bom exemplo disso foram as redes de emergência implantadas em 11 de setembro de 2001 para ajudar durante as emergências no World Trade Center, cuja rede fixa foi severamente danificada (KANT, 2002).
- Comunicações a qualquer hora, em qualquer lugar: As redes sem fio provêm a capacidade de ter comunicações a qualquer hora e em qualquer lugar com a infraestrutura mínima. Por exemplo, serviços em regiões remotas, como a Amazônia, costumam ser oferecidos via redes sem fio por meio de tecnologias como o satélite<sup>18</sup>.
- Em alguns casos, menos preocupações pela falta de concorrência: Muitos dos problemas de concorrência que surgem com o serviço de telefonia fixa não existem com os serviços sem fio. Isso ocorre porque os serviços sem fio mais populares, como *paging* e telefonia móvel, foram geralmente implantados em um ambiente competitivo e são disponibilizados em um mercado de serviços competitivos. É claro que existem exceções, como quando os governos impõem limites de espectro na quantidade de espectro em que um único operador pode ter acesso para operar.
- Menos regulamentação pode significar vantagem de preço: Em muitos casos, os operadores de serviços sem fio têm conseguido escapar da imposição dos tipos de regulamentações que sobrecarregam os produtores tradicionais de serviços fixos, como um requisito de serviço universal ou requerer salvaguardas contábeis específicas a serem impostas. Embora as redes sem fio possam enfrentar a imposição de um aumento na regulamentação na próxima década, nos casos em que isso ainda não ocorreu, as empresas de serviços de telefonia móvel podem ter uma vantagem de preço artificial em relação aos fornecedores de serviços de linha de arame concorrentes.

---

<sup>18</sup> Intelsat in Africa. Disponível em: <[http://www.intelsat.com/news/mediakit/press\\_ex/intelsatsfrica.asp](http://www.intelsat.com/news/mediakit/press_ex/intelsatsfrica.asp)>. Acesso em: 12 nov. 2018.

No entanto, serviços e redes sem fio estão longe de ser a solução perfeita. Existem muitas desvantagens com o seu uso, incluindo:

- Preocupações de propagação: Problemas associados às características de propagação do espectro de radiocomunicações, incluindo desvanecimento, penetração em edifícios e a necessidade de linha de visão para comunicações claras, frequentemente afetam a disponibilidade e qualidade de uma banda de frequência para um serviço específico.
- Potencial de interferência: Questões de interferência associadas a usos fora de conformidade em uma faixa de espectro relevante ou a partir de serviços de cofre são sempre um risco. As redes de telefonia fixa não enfrentam essa preocupação, já que não têm problemas de interferência em quase todos os casos.
- Dificuldades na obtenção de direitos de cobertura: Para obter uma cobertura completa, muitas vezes é necessária uma construção extensiva, especialmente no que diz respeito aos serviços sem fios de teste. Isso pode ser difícil de alcançar devido à necessidade de servidão e acesso a telhados e outros direitos de passagem para a construção de torres, antenas e outros equipamentos de transmissão / recebimento.
- Maiores taxas regulatórias: Como os recursos de espectrometria de radiocomunicação parecem ser escassos, os países começaram a cobrar mais e mais dinheiro pelo seu uso e a fixar taxas com base em leilões alicerçados no mercado. Assim, as taxas regulatórias associadas à obtenção de acesso ao espectro de radiocomunicação podem ser onerosas e impactar negativamente a capacidade do prestador de serviços em atender ao seu plano de negócios<sup>19</sup>.
- Em alguns casos, depender da rede de telefonia fixa: Muitos sistemas sem fio dependem, pelo menos em parte, da rede de telefonia fixa. Assim, o sucesso das redes sem fio depende, muitas vezes, da extensão do custo para acessar essa rede e de sua disponibilidade em locais onde precisa de acesso.

Da mesma forma, há muitos benefícios associados à utilização da rede fixas, conforme exposto a seguir:

---

<sup>19</sup> No entanto, ao longo do tempo, alguns governos estão levantando limites de espectro (MOSQUERA, 2001; GLASNER, 2002).

- Comunicações confiáveis: As redes de telefonia fixa possuem serviços de telecomunicações geralmente confiáveis, sem preocupações com as características de propagação, e são menos propensas a enfrentar sérios problemas de atraso na propagação. Na maioria dos países desenvolvidos, por exemplo, a disponibilidade de uma rede fixa está bem acima de 99,95%, enquanto a disponibilidade de rede sem fio é significativamente abaixo dessa porcentagem.
- Elimina as preocupações de interferência: Como a comunicação viaja através de um mecanismo de telefonia fixa, as preocupações de interferência associadas aos serviços baseados em espectro são eliminadas.
- O custo da rede diminui conforme o uso aumenta: Embora seja necessária uma rede cara, uma vez no lugar, o custo da rede diminui drasticamente à medida que aumenta o uso.

Além disso, em qualquer avaliação de serviços de comunicação fixa ou sem fio, as desvantagens da rede de telefonia fixa também precisam ser consideradas. Essas desvantagens incluem:

- A necessidade de uma infraestrutura embutida: O serviço só pode ser necessário quando uma infraestrutura embutida e dispendiosa é implantada.
- Somente serviço fixo: Em uma rede exclusivamente fixa, o serviço só pode ser fornecido para pontos fixos em uma infraestrutura existente.
- A implantação pode ser lenta: A implantação de novos serviços pode ser lenta, pois a infraestrutura de telefonia fixa existente não existe ou é insuficiente para suportar o uso relevante. Um bom exemplo disso é o lançamento de serviços de internet de alta velocidade por empresas de cabo. Em muitos casos, as empresas de cabo tiveram que reconectar a infraestrutura existente para atualizar a infraestrutura, de modo a suportar as demandas de largura de banda deste novo serviço.

Ao final, os benefícios e desvantagens de ambos os tipos de serviços são avaliados pelo provedor de serviços na determinação do tipo de serviço que desejam apresentar e que tipo de tecnologia desejam usar. Em certos casos, como em serviços remotos locais, a tecnologia sem fio pode ser a única solução. No entanto, se um provedor de serviços puder confiar parcialmente na rede fixa existente, poderá

diminuir o custo da prestação de serviços usando uma rede composta de componentes sem fio e com fio.

### 3.1.2. Os principais participantes

Esta seção concentra-se em quatro componentes importantes, os tipos de usos que eles fazem do espectro e alguns dos principais problemas que eles estão enfrentando na busca cada vez mais competitiva de espectro.

*O governo como usuário do recurso de espectro:* Em qualquer país, um dos maiores usuários do recurso de espectro de radiocomunicações é o próprio governo. Frequentemente, os usuários do governo incluem os ministérios civis da defesa, usos científicos e educacionais e os usos da segurança pública e de socorro. Na maioria dos países, no entanto, o maior usuário governamental do espectro é o militar. Como todas as atribuições do recurso de espectro, o espectro atribuído aos usos do governo é, muitas vezes, subaproveitado pelos defensores que procuram usá-lo para seu próprio benefício.

*Cenários de autorregulação:* Em muitos países, o governo não possui um mecanismo eficaz para controlar os esforços de entidades governamentais, incluindo os militares, na obtenção de acesso ao espectro de radiocomunicações, mesmo para usos ineficientes. Com frequência, tal uso é apenas uma alternativa significativamente menos dispendiosa para essas agências nas quais operam suas comunicações. Nesses ambientes, a entidade governamental pode facilmente ter acesso a uma faixa de frequência desejada, possivelmente até à custa de outros usuários do governo ou usuários da indústria privada. Além disso, o uso não verificado do governo pode ser eficiente (na alocação) e desperdiçador (quantidade de espectro). A falta de um processo regulatório para o uso governamental do espectro pode significar que as operações privadas não outorguem acesso a partes do espectro de radiocomunicações que possam ser mais bem utilizadas para testar aplicações comerciais generalizadas.

Em resposta, alguns países implementaram ou propuseram mecanismos para a autorregulação da utilização do recurso de espectro de radiocomunicações por parte do governo. Um bom exemplo de tal abordagem é a bifurcação da regulação do

recurso de espectro nos Estados Unidos. A FCC<sup>20</sup> e a National Telecommunications and Information Administration (NTIA)<sup>21</sup> têm jurisdição dividida sobre o recurso de espectro nos Estados Unidos. Especificamente, a FCC controla o uso do espectro para usos comerciais, enquanto a NTIA tem esse papel para uso governamental (ROOSA, 1992). A FCC e a NTIA coordenam, continuamente, os esforços e adotam e implementam regulamentos que os usuários do espectro sob sua jurisdição obedecem. No entanto, devido à pressão dos interesses comerciais para liberar o espectro que é usado atualmente pelo governo, o Congresso dos EUA esteve recentemente envolvido de forma ativa no pedido da NTIA para identificar o espectro do governo que pode ser liberado para usuários comerciais.

Uma abordagem mais nova, recentemente proposta, é aquela contida na recente Revisão do Espectro do Reino Unido. Nesse processo, os defensores argumentam que as entidades governamentais devem estar sujeitas a forças econômicas, assim como outros usuários do espectro<sup>22</sup>. Por exemplo, esta abordagem proposta prevê que os usuários do governo precisam ter permissão para negociar seu espectro para o setor comercial e manter os fundos obtidos de tal negociação como iniciativa para entregar espectro não utilizado ou subutilizado. Essa abordagem é muito interessante, mas pode acabar prejudicando o setor privado em alguns casos, permitindo que o governo continue a acumular espectro na esperança de poder revendê-lo mais tarde a um preço mais alto.

### 3.1.3. Uso do governo

A maior parte do espectro utilizado para usos não militares do governo é para fins de segurança pública e uso de socorro. Esses usos podem incluir proteção policial, segurança no mar, usos aeronáuticos e outros similares. Muitos desses usos dependem de serviços baseados no espectro devido à natureza da comunicação. Por exemplo, as administrações de aviação utilizam serviços baseados em espectro para

---

<sup>20</sup> A FCC regulamenta comunicações interestaduais e internacionais por rádio, televisão, cabo, satélite e cabo em todos os 50 estados, no Distrito de Columbia e nos territórios dos EUA.

<sup>21</sup> A NTIA é uma agência do Departamento de Comércio dos Estados Unidos que atua como principal assessora do presidente sobre políticas de telecomunicações relativas ao avanço econômico e tecnológico dos Estados Unidos e à regulamentação do setor de telecomunicações.

<sup>22</sup> SPECTRUM FRAMEWORK REVIEW. 2004. Disponível em: <<https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-1/sfr>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

comunicações ar-terra, porque é impossível usar instalações de linha telefônica para completar a comunicação entre o controle de tráfego aéreo e os aviões.

O espectro para tais usos foi geralmente atribuído nos primeiros dias da regulamentação de telecomunicações e é visto como intocável por usuários comerciais do espectro. A razão pela qual o uso desse espectro é visto sob essa luz deve-se à sua importância pública (isto é, é politicamente difícil argumentar que o uso comercial do espectro, como a telefonia móvel, é mais importante do que os usos do controle de tráfego aéreo). No entanto, isso não impede que tais esforços ocorram. Ao contrário, se a indústria está voltada para esse espectro, pode-se argumentar, por exemplo, que muito espectro é atribuído para tal uso, porque uma nova tecnologia possibilitou operações mais eficientes ou que o uso não é mais válido, porque o novo uso tomou o seu lugar. Assim, o setor privado poderia argumentar que seria um uso mais eficiente do espectro para permitir um novo uso nessas bandas. Embora tais batalhas sejam frequentemente contenciosas, consomem muitos recursos e muito tempo; às vezes, elas resultam em uma vitória para a indústria, com a abertura de faixas de frequência para uso pelo setor privado.

O espectro que é usado para segurança e aflição não pública ou não militar é, com frequência, mais procurado para uso pela indústria privada, porque as questões políticas associadas a esse uso provavelmente não serão tão ferozes. Em alguns casos, os governos podem estar dispostos a atribuir novamente esse tipo de intercâmbio para a indústria privada, facilitando algumas das funções que o governo tinha no passado. Como exemplo, alguns governos permitiram que a indústria privada utilizasse o espectro tradicionalmente atribuído a usos educacionais para uso privado, se também oferecessem serviços educacionais gratuitamente ou por uma taxa nominal.

Como discutido, um dos maiores usuários do espectro em qualquer país é o militar. Na maioria dos países, os militares são capazes de obter e reter o uso de bandas de frequências relevante por causa de seu papel poderoso e integral no governo (RUCKER, 2002). Da mesma forma, ao examinar a maioria das tabelas de uso e alocação de frequências domésticas, seria possível descobrir que parte da indústria cunharia as partes mais valiosas ou atraentes do recurso de espectro de radiocomunicação atribuído aos militares.

À medida que a indústria das telecomunicações cresceu, e como os sistemas de telecomunicações baseados no espectro se tornaram mais procurados pelos consumidores, a indústria privada começou a desafiar uma quantidade cada vez maior desta utilização. A indústria global acredita, em muitos casos, que os militares subutilizam o espectro que lhes foi atribuído ou o usam de maneira tecnicamente ineficiente. Em resposta, os militares frequentemente alegam que este é um argumento falho e que trabalham para se entrincheirar na faixa de frequência. Em outros casos, o governo exerce pressão em outros ramos do governo para evitar até mesmo discutir esse assunto.

Esse conflito entre a indústria militar e privada está se tornando ainda mais comum à medida que as porções mais atraentes do espectro se tornam cada vez mais congestionadas e as empresas buscam bandas anteriormente inutilizáveis para a implantação de serviços.

No entanto, é uma batalha árdua e difícil para a indústria obter acesso ao espectro militar por vários motivos. Primeiro, os militares geralmente operam sob o manto da confidencialidade. Consequentemente, em muitos casos, os militares podem bloquear um monitoramento sobre o uso de uma faixa de frequência específica devido à confidencialidade ou segurança de suas operações. Em segundo lugar, os militares, na maioria dos países, são extremamente poderosos politicamente. Desse modo, tais batalhas são frequentemente ferozes e chegam às mais altas instâncias do governo para resolução. A este respeito, apenas adversários bem financiados e politicamente bem posicionados têm uma chance em tal batalha. Em terceiro lugar, em muitos casos, os defensores do uso do espectro proposto são produtores e fornecedores das forças armadas. Nesse caso, esses defensores podem não querer ameaçar sua capacidade de manter as forças armadas como seus clientes.

No final dos anos 90 e início dos anos 2000, antes dos acontecimentos de 11 de setembro de 2001, começou a parecer que o setor privado teria sucesso em muitos países em seus esforços para obter uma quantidade cada vez maior de espectro tradicionalmente atribuído aos militares. No entanto, após esses eventos trágicos, e desde o início da guerra global contra o terrorismo, o sucesso do setor privado não correspondeu ao esperado, especialmente nos Estados-membros dos Estados Unidos e da União Europeia (RUCKER, 2002).

### 3.1.4. Prestadores de serviços de telecomunicações e radiodifusores

Um dos maiores constituintes de espectro são os vendedores de serviços de telecomunicações e os radiodifusores. Os fornecedores de serviços de telecomunicações são os operadores de redes de telecomunicações, como a Telefônica de Espanha, na Espanha, a AT & T Wireless, nos Estados Unidos, e a Korea Telecom, na Coreia do Sul. Essas empresas de serviços podem oferecer uma ampla gama de serviços ou um único serviço de telecomunicações e podem utilizar os recursos das operadoras de rede, como a PanAmSat, para disponibilizar serviços. As emissoras, por outro lado, podem incluir entidades como as poderosas redes dos EUA para a National Broadcasting Company (NBC), a American Broadcasting Company (ABC), a Columbia Broadcasting System (CBS) ou a British Broadcasting Corporation (BBC), do Reino Unido, ou mais emissoras locais.

#### 3.1.4.1. Fornecedores de serviços de telecomunicações

Os fornecedores de serviços de telecomunicações sem fio têm se tornado cada vez mais agressivos no mercado. Além disso, muitos prestadores de serviços hoje operam em mais de um país.

Para operar seus sistemas de telecomunicações, essas empresas de serviços devem obter autorizações e atribuições de governos individuais para cada uso proposto, que também especifica a faixa de frequência, área geográfica de serviço e quaisquer regras técnicas que o provedor precisa cumprir. Conseqüentemente, uma empresa que deseja entregar telefonia móvel em Paris e Londres deve obter autorizações regulatórias individuais do regulador relevante na França e do regulador relevante no Reino Unido para tal serviço. Além disso, se esse mesmo operador quiser também operar um serviço de cabo sem fio em Londres, é necessário obter uma autorização separada para aquela operação do regulador do Reino Unido que teria autoridade para permitir tal uso.

No mundo das telecomunicações de hoje, o uso do recurso de espectro de radiocomunicações tem se tornado cada vez mais importante para as empresas de serviços de telecomunicações como um método de prestação de serviços tanto

diretamente (como na telefonia móvel) quanto indiretamente (como um complemento aos serviços existentes, como disponibilizar uma conexão de última milha à casa através de serviços de micro-ondas ponto a ponto). Assim, muitas empresas detêm múltiplas autorizações para múltiplos usos no mesmo país ou, até mesmo, área geográfica.

Em alguns casos, a indústria privada pode estar estreitamente alinhada na obtenção de espectro. Por exemplo, ao procurar uma alocação de uma faixa de frequência individual para um serviço específico ou identificar uma faixa de frequência para um uso específico, vários vendedores de serviços de telecomunicações que apoiam essa causa podem se unir em apoio a uma associação formal ou informal. Essa ação conjunta, muitas vezes, acrescenta crédito aos esforços do defensor e proporciona pressão política adicional ao regulador para agir de maneira específica.

Há também casos em que a indústria é diametralmente oposta. Por exemplo, uma vez que uma banda de frequência é alocada a um serviço específico e identificada para um uso definido, as empresas que anteriormente eram aliadas podem agora estar procurando atribuições do mesmo espectro. Nessa situação, uma batalha feroz no processo de autorização e atribuição pode ocorrer. Por exemplo, embora muitas operadoras de serviços móveis sem fio tenham trabalhado juntas na WRC 2000 para obter acesso a uma faixa de frequências comum para serviços 3G, elas costumavam ser ferozes concorrentes ao oferecerem autorizações regulatórias para vender serviços 3G em todo o mundo.

Além disso, a indústria está frequentemente em uma posição adversa em relação a outra quando um defensor de um novo uso procura utilizar o espectro que já está sendo usado por outro provedor de serviços para um serviço existente. Em tais casos, o usuário histórico lutará uma batalha feroz para preservar sua capacidade de usar o espectro onde está operando atualmente. Um bom exemplo de tal batalha foi o esforço bem-sucedido da comunidade de Multichannel Multipoint Distribution Service (MMDS) nos Estados Unidos para impedir que as empresas de serviços 3G utilizassem a banda de 2,5 GHz para seus serviços.

Em alguns casos, o usuário histórico – ou o novo participante – pode fazer parte de um antigo monopólio do governo e ter laços contínuos, embora indiretos, com o governo, o que lhe confere certas vantagens políticas em uma briga. Bons exemplos

disso são a Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT), no Japão, que fazia parte do Ministério de Correios e Telecomunicações do Japão, e a British Telecommunications, que, anteriormente, fazia parte da agência que também era gestora do espectro no Reino Unido. Essas entidades podem ser vistas mais favoravelmente pelo regulador do que uma entidade desconhecida por causa do relacionamento passado.

Se tal batalha parecer uma perda, o usuário titular pode comprometer e buscar a realocação (e o pagamento correspondente do novo usuário) para outra faixa de frequência onde também possa operar. Esse foi o caso, nos Estados Unidos, quando a Teledesic procurou uma operação livre de interferência na faixa de 18 GHz de operadores ponto-multiponto. Por fim, as partes, trabalhando com o governo, formaram uma solução de consenso que satisfaz as necessidades de todas as partes. Isso resultou na realocação dos operadores ponto-a-multiponto para uma faixa de frequência diferente, mas aceitável. Em muitos casos, esse tipo de compromisso exige que o novo uso pague pela realocação do uso existente para uma faixa de frequência diferente.

Em mercados de telecomunicações mais liberalizados, o sucesso por parte de um operador de telecomunicações em obter um novo espectro ou reter o espectro antigo para uso depende, com frequência, de muitos fatores. Esses fatores podem incluir, entre outros:

- O poder político do advogado;
- A quantidade de recursos que o defensor está disposto a gastar para lutar para utilizar a faixa de frequência relevante;
- Os benefícios de interesse público do serviço que podem ser demonstrados pelo prestador de serviços ao governo;
- Os tipos de serviços a serem prestados e a demanda do consumidor por tais serviços;
- Que tipo de compromissos o provedor de serviços está disposto a fazer para poder oferecer seus serviços propostos;
- O poder duradouro do participante, como batalhas de espectro, muitas vezes leva anos para ser resolvido.

No entanto, os fatores usados para avaliar esse sucesso em mercados de telecomunicações menos competitivos ou fechados são menos certos. Em tais casos, a vontade política do governo é, muitas vezes, a relevante para qualquer sucesso.

#### 3.1.4.2. Radiodifusores

Outra categoria importante de utilizadores do espectro são os radiodifusores de televisão e rádio. As emissoras nacionais, especialmente, como a BBC do Reino Unido, têm acesso a ativos de amplo espectro e têm influência política significativa, tendo em vista o seu alcance na população em geral. Muitas vezes, em grande parte por seu mandato de serviço público e seu longo alcance, os radiodifusores são considerados um serviço especializado e não são regulados como parte do resto do espectro de radiocomunicações. Conseqüentemente, muitos governos estabeleceram agências separadas para regular os emissores. Um bom exemplo disso é a Nigéria, onde o governo está montando três agências de gestão de espectro diferentes: uma para o espectro do governo, uma para as emissoras e outra para o setor privado não radiodifundido. Ao organizar uma burocracia do espectro de tal maneira, o governo pode ser capaz de proteger ainda mais o acesso ao espectro de transmissão por outros membros do setor privado.

#### 3.1.4.3. Fabricantes de equipamentos de telecomunicações

Outro grupo constituinte relevante no que diz respeito ao espectro de radiocomunicações são os fabricantes de equipamentos de telecomunicações. Para efeitos de clareza, os fabricantes de equipamentos de telecomunicações referem-se a fabricantes de equipamentos de suporte (por exemplo, grandes antenas, comutadores e satélites), bem como a fabricantes de produtos para consumidores (por exemplo, telefones móveis de telefonia). Exemplos de alguns fabricantes de equipamentos que são muito ativos e poderosos na área de dispositivos de radiocomunicações incluem a Nokia, da Finlândia; a Nortel, do Canadá; a Alcatel, da França; a Samsung, da Coreia do Sul, e os fabricantes norte-americanos Lucent e Hughes.

O principal motivador por trás das atividades intensas dos fabricantes de equipamentos no campo das radiocomunicações são as vendas. Eles querem garantir

que seus clientes, tanto os vendedores de serviços de telecomunicações quanto os usuários finais, tenham acesso às partes do espectro de radiocomunicações nas quais seus dispositivos podem operar e que este espectro seja alocado para uso pelos serviços relevantes e permita tecnicamente sua operação. Conseqüentemente, tanto nacional como internacionalmente, os fabricantes de equipamentos são ativos em assegurar a disponibilidade de espectro para os usos que eles estão mais interessados em fabricar e operar.

Um bom exemplo de tais atividades pelos fabricantes de equipamentos são os esforços feitos pelos fabricantes de equipamentos 3G na WRC 2000, em suas reuniões preparatórias e em acompanhar os procedimentos internos. A este respeito, os fabricantes de equipamentos como a Nokia e a Motorola procuraram ativamente espectro suficiente para o funcionamento dos serviços 3G nas faixas de frequências em que consideravam ideal o funcionamento dos seus equipamentos. Em muitos casos, os fabricantes de equipamentos, mais do que até mesmo os vendedores de serviços de telecomunicações, lideraram esses esforços por causa do impacto financeiro direto sobre esses fabricantes. Outra razão para isso é a defasagem do mercado técnico. Isso resulta em uma dinâmica na qual os fabricantes de equipamentos estão frequentemente à frente dos prestadores de serviços no planejamento de novos serviços. Conseqüentemente, antes de fabricar o equipamento relevante, essas entidades buscarão segurança.

Uma tendência interessante que vem ocorrendo nos últimos anos é o crescente desejo, por parte dos fabricantes de equipamentos para alocações globais, de uma única banda de frequência para um serviço individual e identificação para uso de uma banda de frequência individual para uso específico. Essa tendência tem sido mais proeminente na Europa e na Ásia, onde os fabricantes acham que os padrões definidos facilitam o processo de fabricação, já que um único equipamento funcionará em qualquer lugar. Os Estados Unidos têm pressionado contra essa abordagem, acreditando, em vez disso, que o mercado seria o árbitro supremo da tecnologia. É provável que, à medida que os mercados de telecomunicações se tornem cada vez mais globais e que os usos continuem sua tendência para o uso fora das fronteiras, os países trabalharão em um esforço mais coordenado na designação ou identificação de espectro para aplicações específicas. Não fazer isso pode resultar em uma colcha

de retalhos de equipamentos que não funcionarão em todos os países, deixando o consumidor sem conexão.

Em todos os casos, no entanto, precisa ser lembrado que a nova tecnologia não é uma ocorrência espontânea. No que diz respeito aos equipamentos de radiocomunicações, em especial, a investigação e o desenvolvimento baseiam-se tanto nas exigências do mercado como no clima regulador. Consequentemente, existe não apenas a necessidade de tais equipamentos, mas o regime regulador que rege a tecnologia proposta permitirá alcançá-lo. Isso é um pouco diferente do que acontece em outros campos de alta tecnologia, nos quais as melhores tecnologias são criadas sem transparência e liberadas sem aviso prévio.

Por conseguinte, os fabricantes são muitas vezes limitados pela quantidade de regulação a que a tecnologia das telecomunicações está sujeita. Em alguns países, como os Estados Unidos, a liberdade de tecnologia dos fornecedores de serviços é autorizada e um resultado desejado. A filosofia dos EUA é deixar que o mercado decida quais tecnologias serão utilizadas em uma determinada faixa de frequência para oferecer o serviço de telecomunicações desejado. No entanto, conforme discutido, muitos países, incluindo os da União Europeia e o Japão, acreditam que as tecnologias precisam ser ditadas pelos governos e cumpridas. O que esses países não reconhecem, no entanto, é que, ao escolher vencedores e perdedores técnicos, eles estão inibindo a inovação técnica.

#### 3.1.4.4. Consumidores

Normalmente, todos os consumidores têm o mesmo objetivo geral: obter preços de serviços de telecomunicações de alta qualidade. No entanto, existem interesses divergentes entre os diferentes grupos de consumidores. A este respeito, os consumidores podem ser divididos em dois grupos diferentes:

- Usuários avançados: grandes e médias empresas, como corporações multinacionais ou cadeias de hotéis, e usuários de alto perfil (como celebridades ou executivos de empresas);
- Usuários gerais: consumidores residenciais ou de pequenas empresas.

Os usuários avançados geralmente buscam os meios mais confiáveis para transmitir suas informações de comunicações a todas as suas operações, nas taxas mais razoáveis. Claro, diferentes tipos de usuários avançados também podem ter necessidades adicionais. Por exemplo, para um grande banco global como o Citibank, a segurança da transmissão pode ser de maior importância, enquanto uma companhia aérea, como a United, pode exigir garantias de nível de serviço de 100% de confiabilidade devido a preocupações de segurança. No entanto, os usuários de consumidores em geral estão dispostos a aceitar serviços de menor qualidade para obter melhores preços.

Os interesses desses grupos afetam diretamente o que as empresas de serviços de telecomunicações com licença banda de frequência podem estar dispostas a operar e quais regras técnicas correspondentes podem ser aceitáveis. Por exemplo, um provedor de serviços que esteja procurando principalmente atender a serviços residenciais pode estar disposto a operar em uma banda de frequência com um pequeno potencial de interferência. No entanto, um prestador de serviços que procura dar a mais alta qualidade de serviço possível a empresas multinacionais exigentes pode não estar disposto a operar na mesma faixa de frequência ou com as mesmas restrições técnicas na operação.

Além disso, a capacidade dos usuários finais e de consumidores em geral de utilizar seus equipamentos de comunicação internacionalmente também é importante. Consequentemente, uma quantidade substancial de tempo e esforço foi investido na UIT e em outros fóruns para estabelecer um regime que permita que dispositivos de comunicação sem fio, como telefones de telefonia móvel, sejam trazidos livremente para outros países. Sob os acordos que foram alcançados nesta questão, como o Memorando de Entendimento da ITU sobre Dispositivos de Comunicação Pessoal Móvel Global, as empresas que cumprem as normas técnicas estabelecidas no acordo são capazes de produzir equipamentos que podem ser transportados livremente pelos consumidores para vários países sem obter aprovação do tipo nacionalista adicional do equipamento.

Consumidores em geral estão ativamente envolvidos nas batalhas do espectro apenas quando precisam de um serviço e estão tentando preservar a disponibilidade de um serviço existente ou tentar influenciar uma mudança proposta que os impactará

diretamente. Nesses casos, os consumidores podem trabalhar sozinhos, com outros consumidores ou com outros participantes para obter uma solução satisfatória.

### 3.1.5. Fatores que impactam o uso de espectro

Agora que foi estabelecida uma sólida compreensão dos principais participantes do espectro, é útil entender os fatores significativos, principalmente não técnicos, que afetam diretamente o uso do recurso do espectro. Esses fatores incluem:

- O regulador do governo e o regime regulador que o acompanha;
- Demanda do mercado pelo serviço;
- Quantidade de espectro disponível para uso igual ou similar;
- O custo de obtenção de acesso ao espectro (incluindo taxas, pesquisa e desenvolvimento e equipamentos) e o impacto no modelo de negócio;
- A capacidade e o custo de usar redes fixas terrestres para o mesmo serviço;
- A capacidade de obter acesso a direitos de passagem para o desenvolvimento da rede.

#### 3.1.5.1. O papel regulador do governo e o regime regulatório que o acompanha

Nenhuma discussão sobre o espectro das radiocomunicações estaria completa sem focalizar o governo nacional em seu papel de regulador do espectro. Cada grupo constituinte depende diretamente do regulador ou reguladores do espectro de radiocomunicações para atribuir e alocar espectro. Embora o processo de alocação e atribuição de espectro seja o assunto de uma discussão mais aprofundada no Capítulo 4, é importante ter um amplo entendimento do papel do regulador e do regime regulamentar regulador neste momento.

O papel de cada regulador nacional do recurso de espectro geralmente inclui<sup>23</sup>:

---

<sup>23</sup> Neste contexto, quando o termo regulador doméstico é usado em referência ao regulador ou reguladores governando o uso público e governamental do recurso de espectro de radiocomunicações.

- Atribuição de faixas de frequências individuais do espectro das radiocomunicações no mercado interno a serviços específicos (de acordo com as obrigações internacionais);
- Autorizar utilizações específicas do espectro de radiocomunicações em bandas de frequências individuais;
- Atribuir o recurso do espectro de radiocomunicações a utilizadores ou operadores individuais por um período limitado e em termos e condições específicos.

Assim, é o regulador doméstico que determina qual será o uso de uma faixa de frequência especificada, que será capaz de operar e usar essa faixa de frequência e quais limites serão aplicados às operações. Como discutido subseqüentemente, os processos que o(s) regulador(es) nacional(is) utilizam para fazer cada uma dessas determinações impactam diretamente a disponibilidade do espectro para um uso particular, a habilidade de utilizar aquele espectro para aquele uso por um operador individual ou usuário e o custo para se obter acesso a esse espectro. Em muitos casos, para obter acesso a uma parte específica do recurso de espectro, os operadores e outros usuários lançarão esforços extremamente intensivos em recursos para obter ou manter acesso ao recurso de espectro para suas necessidades especificadas de uso. Muitas vezes, esses esforços equivalem a batalhas imediatas, também conhecidas como guerras de espectro. Os esforços das empresas de 3G<sup>24</sup>, para obter acesso a espectro adicional na WRC 2000 e em arenas domésticas desde então e os esforços da Teledesic<sup>25</sup> para obter espectro global e individualmente para seu sistema de satélite NGSO (*non-geostationary orbit*) estão entre as mais notáveis dessas batalhas no passado recente.

Claro, o processo que é utilizado para cada uma dessas responsabilidades depende do regime regulamentar específico. Em um mercado fechado ou com concorrência limitada, é improvável que o setor privado tenha um papel importante no estabelecimento das regras que governam a alocação, atribuição e designação ou

---

<sup>24</sup> Muito parecido para 4G e 5G.

<sup>25</sup> A Teledesic usou um grande número (mais de 288 peças) de satélites de órbita terrestre baixa – Low Earth Orbit, (LEO) – para oferecer acesso a serviços de telecomunicações de transmissão digital de banda larga em todo o mundo. Os principais serviços oferecidos pelos LEO incluem redes de computadores, acesso rápido à internet de banda larga, multimídia interativa e tecnologia de voz de alta qualidade. Disponível em: <<http://www.mobilecomms-technology.com/projects/teledesic/>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

identificação do recurso do espectro. Entretanto, em mercados mais competitivos, e especialmente em países que adotaram os princípios regulatórios envolvidos no Acordo Básico sobre Comércio de Serviços de Telecomunicações da Organização Mundial do Comércio (WTO Agreement), é extremamente provável que o setor privado desempenhe um papel direto no desenvolvimento de cada uma dessas questões.

O Acordo da Organização Mundial do Comércio (OMC) é o tratado fundamental sobre o livre comércio de serviços de telecomunicações. O Acordo da OMC estabelece uma estrutura para liberalização do mercado de serviços de telecomunicações, que inclui:

- Acesso ao mercado e tratamento nacional;
- Investimento estrangeiro;
- Um mecanismo de solução de controvérsias internacionais por falha no cumprimento de compromissos.

Além disso, aborda a imposição de certos princípios regulatórios, incluindo<sup>26</sup>:

- Transparência no processo;
- A criação de um regulador independente;
- A implementação de salvaguardas competitivas;
- Interconexão justa e não discriminatória.

Consequentemente, um entendimento firme do regulador e do regime regulatório de cada governo é imperativo para que o constituinte entenda a melhor maneira de obter seus objetivos.

### 3.1.5.2. Demanda do mercado pelo serviço

Em qualquer avaliação do uso do espectro de radiocomunicações, é imperativo examinar a compreensão da demanda do mercado pelo serviço, levando em consideração o custo real do serviço para o usuário final e as características técnicas

---

<sup>26</sup> REFERENCE PAPER TO BASIC AGREEMENT ON TELECOMMUNICATIONS. Disponível em: <<http://www.wto.org>>. Acesso em 09 ago. 2018.

do serviço. A incapacidade de compreender essa dinâmica pode levar ao fracasso da parte do prestador de serviços a partir de uma perspectiva econômica.

Infelizmente, muitas vezes é difícil obter uma boa compreensão da demanda do mercado por um novo serviço de telecomunicações sem fio comprovado. Um excelente exemplo de onde essa demanda de mercado foi mal compreendida envolveu o sistema de satélites Iridium. O conceito inicial desse sistema era a implantação de uma constelação de satélites 66-NGSO para vender serviços móveis a consumidores de alto nível. O uso do sistema de satélites custaria, aproximadamente, US\$ 10 por minuto para o serviço telefônico; o aparelho custa bem mais de US\$ 1.000. Para minimizar o custo do serviço telefônico, no entanto, o aparelho era multibanda, o que permitia alternar para o serviço móvel terrestre quando esse serviço existisse. Isso reduziria o preço do serviço em tais casos para ser comparável ao serviço de telefonia móvel existente.

Infelizmente, a Iridium superestimou a atratividade do consumidor. Primeiro, os consumidores acharam o serviço caro, especialmente porque sua implantação começou na época em que os preços dos telefones celulares começaram a cair drasticamente. Em segundo lugar, a Iridium superestimou a demanda pelo tipo de serviço telefônico “em qualquer lugar”. No final do dia, o número de clientes que precisavam ser alcançados em qualquer lugar do mundo era dramaticamente menor do que o estimado. Além disso, o uso antecipado do serviço Iridium mostrou um sistema com falhas, com os primeiros usuários enfrentando problemas técnicos. Além disso, os aparelhos que foram criados eram grandes e pesados. Finalmente, e talvez mais importante, a falha pode ser atribuída ao momento da liberação do sistema Iridium. No momento em que o sistema Iridium estava pronto para o serviço, o serviço de telecomunicações móveis, por meios não satélites, era praticamente onipresente, com a celebração de acordos de *roaming* e construção nacional. Todos esses fatores levaram à falência da Iridium. No entanto, com a redução do seu plano de serviços e a revisão do seu modelo de negócios, hoje a Iridium emergiu da falência e atualmente presta serviços.

Assim, para evitar resultados semelhantes, muitas empresas gastam recursos que avaliam a demanda de mercado do serviço proposto. Naturalmente, estimar a demanda de um novo serviço é sempre difícil, especialmente quando depende de

clientes globais. Portanto, com serviços sem fio novos e inovadores, muitas vezes há um risco inerente nessa implantação.

### 3.1.5.3. Quantidade de espectro disponível para uso igual ou similar

Outra consideração importante é a quantidade de espectro disponível para usos iguais ou semelhantes. Essa consideração está diretamente relacionada à compreensão correta da demanda de mercado por serviço. Em geral, é importante entender se haverá um tremendo afluxo de empresas de serviços iguais ou similares com os quais o provedor terá que competir. Tendo em vista o grande alcance geográfico dos serviços baseados no espectro, é geralmente mais econômico ter uma área de serviço mais ampla, em termos de cobertura populacional, e nenhum concorrente – ou apenas um concorrente. No entanto, saber se essa concorrência limitada atende aos consumidores é questionável porque eles terão apenas uma escolha limitada em prestadores de serviços. Os fornecedores de serviço, em resposta a essa abordagem, argumentam que a concorrência ilimitada ou aumentada só resultará em aumento de preços para os consumidores, porque as empresas terão substancialmente menor participação de mercado para financiar seu sistema de telecomunicações.

Outra consideração do espectro é o seu valor para o candidato ou usuário. Se houver apenas duas atribuições disponíveis para um uso específico e mais candidatos, a quantidade de recursos (por exemplo, dinheiro ou tempo) que o usuário em potencial irá gastar aumenta substancialmente. Isso é dramaticamente diferente se houver mais atribuições ou um número similar de atribuições disponíveis do que os usuários interessados.

### 3.1.5.4. Os custos de obtenção de acesso ao espectro e o impacto no modelo de negócio

Provavelmente, um dos maiores impulsionadores do uso do recurso do espectro de radiocomunicações é o custo total de acesso. Esses custos podem incluir:

- Taxas regulatórias e outras, que incluem quaisquer taxas de licenciamento, impostos ou outras taxas regulatórias necessárias para obter e reter o uso do espectro (em alguns casos, em vez de trabalhar diretamente por meio do processo regulatório, o prestador de serviços pode obter espectro oriundo do mercado secundário que está começando a se desenvolver para acessar o recurso de espectro);
- Custos envolvidos em quaisquer ações regulatórias necessárias para garantir que o uso da banda de frequência planejada esteja disponível para o uso relevante;
- Os custos associados à pesquisa e desenvolvimento do serviço de telecomunicações e equipamentos acompanhantes;
- Os custos de obtenção de servidões e outros direitos de passagem para construir infraestrutura;
- O custo do equipamento para fornecer o serviço de telecomunicações;
- O custo do equipamento do consumidor.

Cada um desses custos é crítico para o desenvolvimento do modelo do negócio do provedor de serviços de telecomunicações. A falha em contabilizar tais custos de maneira realista pode resultar em taxas de retorno excessivamente otimistas. É provável que isso tenha acontecido nos leilões europeus de compra de 3G, depois que os licenciados pagaram taxas de leilão substancialmente maiores do que o esperado pelo espectro 3G e enfrentaram enormes pressões financeiras durante a construção de seus sistemas, em alguns casos questionando sua viabilidade continuada.

#### 3.1.5.5. A disponibilidade de infraestrutura terrestre de telefonia fixa

Em alguns casos, pode nem sempre ser econômico vender todo o serviço sem fio exclusivamente ou pode ser tecnicamente necessário operar uma rede com e sem fio em conjunto. Por exemplo, muitas redes de telefonia móvel usam redes de telefonia fixa para transportar o tráfego de alguns de seus *sites* de celular para sua estação de comutação. Assim, qualquer análise inclui um exame da disponibilidade da infraestrutura de telefonia fixa terrestre para uso e os custos, benefícios e

desvantagens da utilização de tal rede com a rede sem fio. Em muitos casos, como discutido, tal análise pode resultar na determinação de que uma rede fixa e sem fio combinada seria a solução mais eficiente para alcançar o uso proposto.

### 3.1.6. Convergência tecnológica nas telecomunicações

O impacto da convergência tecnológica no setor de telecomunicações é uma questão clássica entre os especialistas da área, que surgiu desde o início da disseminação do paradigma da microeletrônica (digital) na base produtiva das telecomunicações, em particular desde os anos 70 e 80. Naquela época, as tecnologias digitais foram introduzidas, inicialmente, na área de comutação de telecomunicações, substituindo a comutação de circuitos (física) por uma troca de tipo lógico, baseada em *software*. Posteriormente, as tecnologias digitais foram poderosamente introduzidas nas áreas de transmissão de telecomunicações, tanto nos segmentos de rede fixa quanto nas redes móveis.

Até o final dos anos 70, as telecomunicações caracterizaram-se em todo o mundo pela exploração de um único serviço, a telefonia fixa, operando em regime de monopólio, público ou privado. Com o advento dos anos 80, as ondas liberalizantes da economia acabaram por influenciar decisivamente o segmento das telecomunicações. O surgimento de novos produtos e serviços, em especial a telefonia móvel celular e a possibilidade de selecionar a operadora interurbana e/ou internacional para completar ligações telefônicas, contribuiu significativamente para o processo de abertura do mercado.

Já a década de 90 caracterizou-se pela abertura definitiva do mercado, com processos de privatizações das empresas de telecomunicações estatais que, após a realização dos leilões, foram cedidas à iniciativa privada, por meio de contratos de concessão. Novas autorizações também foram entregues pelas agências reguladoras a entidades que se credenciaram a prestar os serviços em regime de plena competição segundo as leis e regulamentos vigentes.

Em paralelo a todo este movimento, a evolução tecnológica manteve o seu ritmo de desenvolvimento a passos largos e acelerados. O advento da internet, na mesma década de 90, deu margem ao surgimento de novos prestadores de serviços que começaram a explorar um mundo novo de possibilidades, com a diferença

fundamental de que estes mantiveram a total independência em relação aos órgãos reguladores governamentais. O novo século inicia-se com a proposta de digitalização completa das redes (voz, dados, televisão), possibilitando a oferta dos serviços através de uma única plataforma, com definição clássica de convergência tecnológica. Este processo acarretou dois desdobramentos naturais decorrentes, a convergência regulatória e a convergência empresarial.

Atualmente, a convergência tecnológica é, sem sombra de dúvida, uma realidade, pois o usuário tem a necessidade de movimentar-se fisicamente dentro do meio em que vive e de interagir com o aplicativo ou serviço que lhe é prestado. As novas gerações de sistemas de comunicação utilizam, cada vez menos fios em suas conexões e preveem a integração de diversos sistemas heterogêneos já existentes, suportados por uma plataforma capaz de entregar a usuários, de forma transparente, uma ampla gama de serviços, com a finalidade de permitir sua comunicabilidade e acesso à informação.

Ademais, a relevância do fenômeno da convergência e seu forte impacto econômico e social vêm da massificação do acesso rápido à internet por meio da banda larga. No passado, a banda larga só era possível através de redes dedicadas de alto custo, acessíveis apenas por grandes empresas. No entanto, agora que a banda larga se torna um produto do consumo em massa, é possível dar uma oferta generalizada de serviços de voz, dados e vídeo através da plataforma IP (internet). Em termos práticos, esses serviços são chamados de serviços habilitados para IP.

É necessário esclarecer que o termo “convergência tecnológica” não possui uma definição única. Os especialistas da área trabalham com quatro noções diferentes, a saber: a) genérico: a fusão entre os setores de telecomunicações, tecnologia da informação (TI) e audiovisual (mídia e radiodifusão); b) entre serviços: os mesmos serviços, aplicativos e conteúdos vendidos em diferentes redes (*triple play* -*quadruple play*); c) entre redes: a mesma rede que suporta diferentes serviços; d) entre terminais: os terminais que suportam vários serviços em paralelo (WOHLERS; GARCIA, 2009).

Segundo WILD (2006), a convergência tecnológica tem uma definição mais ampla, uma vez que não se restringe a uma questão de natureza técnica, mas também de desenvolvimento, pois possui diferentes significados de acordo com objetivos,

interesses e papéis das diversas partes envolvidas, como o governo, os decisores políticos, os reguladores, a sociedade civil, o setor privado e os clientes. A oportunidade surge para obter o equilíbrio de interesses e para incrementar a compreensão e a consciência entre eles através dos canais de comunicação adequados, o diálogo entre os interessados e da cooperação participativa.

A Figura 3 estabelece as interações existentes entre os três principais níveis de convergência tecnológica, a qual também requer convergência regulatória que, por sua vez, controla diretamente os mecanismos que envolvem a convergência empresarial, ou seja, influência nos processos e no momento adequado para promover a reorganização das empresas prestadoras de serviços que participam do mercado.

Wohlers e Garcia (2009, p. 4) apresentam as seguintes considerações sobre o tema:

Ao fazer uma análise sobre a convergência, é necessário deixar claro que, para o termo convergência tecnológica não se tem uma definição única. Os especialistas da área trabalham com quatro noções distintas, a saber: a) genérica: a fusão entre os setores de telecomunicações, informática (TI) e radiodifusão; b) entre serviços: os mesmos serviços, aplicações e conteúdos proporcionados mediante diferentes redes; c) entre redes: uma mesma rede que suporta diferentes serviços; d) entre terminais: os terminais que suportam diferentes serviços paralelamente.

A natureza básica dos serviços implica em prestações com duas características: são desenvolvidas em um ambiente multimídia ou em redes independentes natureza do sinal (voz, áudio, vídeo, dados e outros) e sua codificação pode ser igualmente intercambiada entre pontos finais (dispositivos) com características similares.

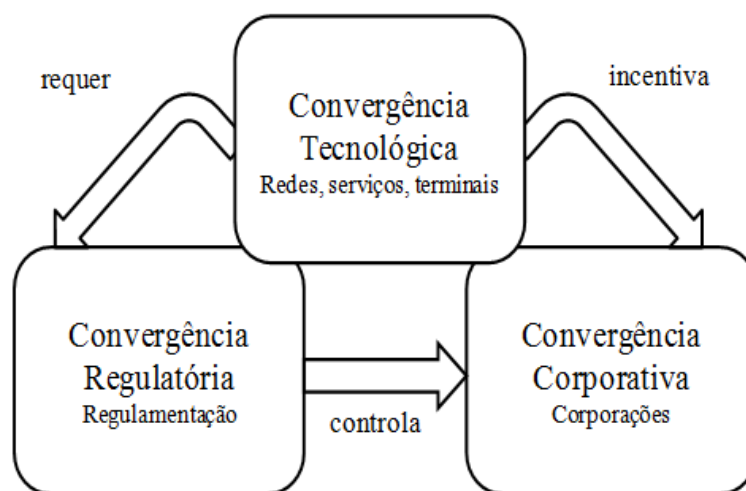


Figura 3 - Diagrama sobre convergência  
Fonte: Wohlers e Garcia, 2009, p. 20

Cumpra salientar que toda esta nova conjuntura acaba por influenciar diretamente as próprias agências reguladoras, que precisarão, obrigatoriamente, ser modernizadas, com a implementação de novos modelos organizacionais compatíveis a este novo cenário.

O segmento de telecomunicações está ancorado, nos dias de hoje, por uma tecnologia digital e orienta-se economicamente pela prestação de serviços. Atualmente, seu funcionamento institucional é baseado, na maioria dos países, no regime de concorrência, caracterizando-se atualmente por estar integrado em um sistema de "incertezas", devido à instabilidade de sua modelagem de negócios, projetando o futuro como um desafio permanente.

Segundo Bezzina e Terrab (2005), a doutrina regulamentar tradicional tem sido posta em xeque, considerando a velocidade das mudanças tecnológicas e o fenômeno da convergência. Com o advento das redes de pacotes comutados, o surgimento do Internet Protocol (IP) e da expansão do serviço móvel, os órgãos reguladores têm encontrado grandes desafios para responder a novas inovações *just in time*, ajustando os marcos regulatórios e de legislação.

À primeira vista, esta tendência tecnológica emergente é susceptível de afetar as principais questões regulatórias (interconexão, licenciamento, regulação de preços, gestão do espectro, numeração, questões de segurança e as obrigações de serviço universal). Em última análise, os próprios limites e fundamentos do paradigma regulamentar global precisaram ser questionados por esta dinâmica tecnológica.

A necessidade de um novo paradigma é ainda mais significativa em países desenvolvidos, tendo em vista as oportunidades que estes têm de saltar tecnologias e de criar atalhos para mudanças regulatórias.

### 3.1.7. O novo ecossistema das TIC

Existe uma ampla gama de modelos disponíveis para entender a estrutura da indústria de TIC e muitos deles aplicam ou desenvolvem a cadeia de valor de Porter às Tecnologias da Informação e às Comunicações (MAITLAND; BAUER; WESTERVELD, 2002) ou estenderam esse modelo para se tornarem as chamadas

redes de valor (LI; WHALLEY, 2002; PEPPARD; RYLANDER, 2006; RAFIQUE et al., 2012). Essa ideia, que também foi retomada e desenvolvida, por exemplo, por Hallikas et al. (2008) ou Oestreicher e Walton (2012). Da mesma forma, o modelo de forças competitivas de Porter (PORTER, 1979) foi adaptado ao ambiente de TIC (KARAGIANNOPOULOS; GEORGOPOULOS; NIKOLOPOULOS, 2005). Na mesma linha, Briglauer (2004) desenvolveu um modelo de referência genérico para avaliar a concorrência em diferentes mercados de comunicação sob uma perspectiva regulatória. Trabalho adicional foi feito para caracterizar o ecossistema de TIC como uma rede (GARCIA; VICENTE, 2012), bem como investigar como tais redes são construídas e mantidas (PARTANEN; MÖLLER, 2011).

Esses modelos são essencialmente lineares, mas o ambiente de negócios atual é complexo e dinâmico e apresenta vários relacionamentos em que as empresas estão interagindo para vender seus produtos e serviços. Como consequência, o setor de TIC é cada vez mais caracterizado como um (eco) sistema sócio-tecnológico enfrentando estruturas de *feedback* assimétricas e atrasadas, que levam a mudanças turbulentas (instabilidade / existência de múltiplos equilíbrios) e alta incerteza.

Koslowski et al. (2012) veem o setor de TIC como um ecossistema com muitas organizações heterogêneas que estão entrelaçadas em uma rede de enlaces e respondem interativamente a forças no ambiente. A compreensão da dinâmica de um domínio isolado dos outros é impossível e exige uma visão sistêmica e evolutiva a ser adotada. A abordagem ecossistêmica para descrever mercados e hierarquias foi mencionada pela primeira vez por Moore (1993). De acordo com Kim, Lee e Han (2010), um ecossistema pode ser definido como uma comunidade econômica que envolve muitas empresas trabalhando juntas para obter vantagens comparativas, como resultado de suas relações simbióticas. Os autores também argumentam que os ecossistemas permitem que as empresas criem valores que nenhuma empresa poderia atingir sozinha. Da mesma forma, eles identificaram relações simbióticas que podem proporcionar alguns benefícios para partes relacionadas, como consumidores e parceiros. Para uma discussão mais recente sobre o uso do modelo de ecossistemas para analisar o setor de TIC, ver, por exemplo, Basole, Park e Barnett (2015). Os autores utilizaram técnicas avançadas de mapeamento para quantificar e visualizar a dinâmica competitiva que molda o ecossistema de TIC.

Por conseguinte, é importante examinar os ecossistemas TIC, a fim de compreender a coevolução entre as forças e desenvolvimentos tecnológicos e econômicos, bem como a regulamentação, para dar uma base abrangente aos decisores políticos. Com o objetivo de compreender a estrutura do ecossistema TIC no Brasil, México e Colômbia, propõe-se, aqui, usar um modelo de camada descrito por Fransman (2001, 2002, 2002b, 2004, 2006, 2014).

Um ecossistema consiste em uma comunidade de organismos interagentes dentro do contexto de seu ambiente. A metáfora de um ecossistema tem sido aplicada ao Setor de TIC. Esta parte do Novo Ecossistema de TICs refere-se às interações entre quatro grupos de jogadores: fornecedores de elemento de rede (aqueles que apresentam os elementos individuais das redes); operadores de rede (aqueles que criam e operam redes); proprietários de plataforma, conteúdo e aplicativos (aqueles que usam elementos e redes para dar conteúdo e aplicações); e consumidores finais (divididos em vários subgrupos).

Estes jogadores interagem dentro de um ambiente que, para cada jogador, inclui todos os outros jogadores. O ambiente também inclui instituições, que moldam as regras do jogo de acordo com a forma como os jogadores interagem e influenciam seu comportamento. As organizações têm o poder de mudar as instituições, embora elas próprias sejam influenciadas pelas instituições que estão mudando. O novo ecossistema de TIC é um sistema em evolução.

A arquitetura do Novo Ecossistema de TIC pode ser representada em termos de quatro camadas modularizadas e estruturadas hierarquicamente. Em cada camada, é submetido um conjunto de funcionalidades. A natureza hierárquica das camadas segue as interdependências funcionais exigidas pelo sistema (Figura 4). Não é por acaso que os modelos de primeira camada – como os modelos de camada OSI e TCP / IP<sup>27</sup> – foram introduzidos por engenheiros de telecomunicações e de computação que tentam entender e desenvolver sistemas de TIC. A analogia é um edifício. Um edifício requer, primeiro, fundações para apoiar o piso, que, por sua vez, é necessário para apoiar o primeiro andar etc.

---

<sup>27</sup> O modelo OSI é um modelo genérico baseado nas funcionalidades de cada camada. O modelo TCP / IP é um padrão orientado a protocolo. O modelo OSI fornece diretrizes sobre como a comunicação precisa ser feita, enquanto os protocolos TCP / IP traçam os padrões nos quais a internet foi desenvolvida.

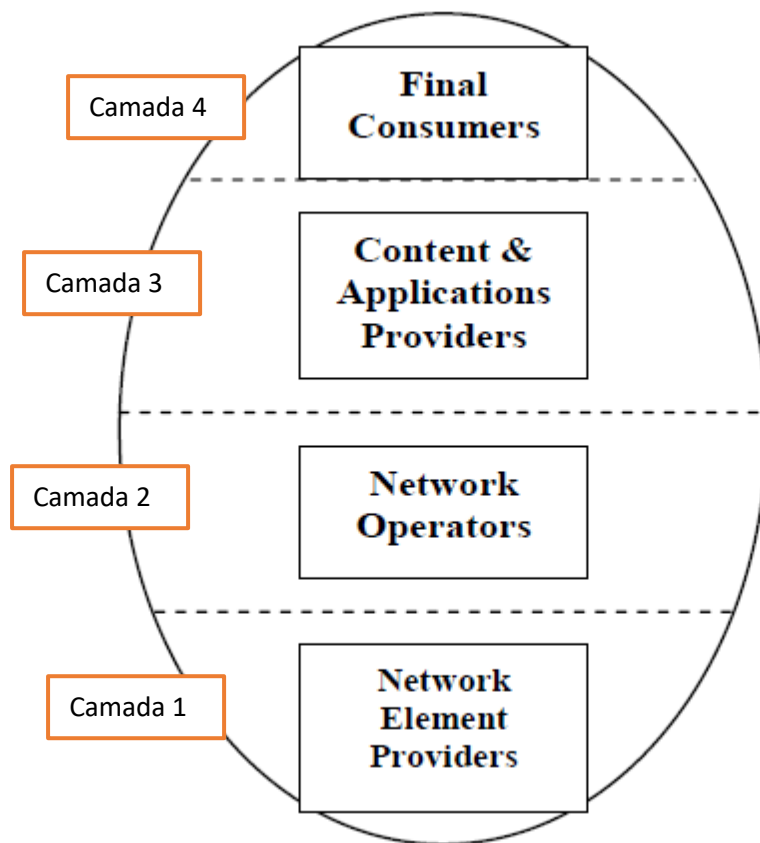


Figura 4 - Modelo de 4 camadas de Fransman  
 Fonte: Fransman, 2007

Ao olhar para o lado da oferta do ecossistema de TIC, quatro tipos de atores são identificados:

- Camada 1: outorgantes de elementos de rede (por exemplo, Cisco, Samsung, Alcatel-Lucent, Ericsson e Nokia Networks);
- Camada 2: Operadores de rede (fixos e móveis) (por exemplo, BT, Claro, Movistar, Deutsche Telekom, Vodafone);
- Camada 3: fornecedores de conteúdo e aplicativos (por exemplo, Google, Apple, YouTube);
- Camada 4: Consumidores finais e usuários de serviços de TIC.

O modelo de camada é um modelo arquitetônico de engenharia ao mesmo tempo que um modelo econômico-institucional. Isso ficará mais claro se forem dados alguns exemplos de transações dentro e entre camadas.

O primeiro exemplo é: onde um produtor do sistema (por exemplo, roteador ou telefone ou Produtor de PC) compra semicondutores de uma empresa de chips este

envolve uma transação intracamada 1. Em segundo lugar, quando uma operadora de telecomunicações adquire equipamento de telecomunicações, isso envolve uma transação entre as camadas 2 e 1. Finalmente, quando um fabricante de PC vende para um consumidor final, ocorre uma transação entre as camadas 1 e 4.

Essas transações ocorrem em mercados que desempenham um papel importante na coordenação das atividades que ocorrem dentro do Novo Ecossistema de TIC. No entanto, as instituições também são cruciais, moldando o comportamento de todos os participantes do sistema. As instituições incluem mercados financeiros, padronização e regulamentação.

Finalmente, precisa-se enfatizar que os ecossistemas nacionais de TIC estão situados dentro de uma economia global. O comércio internacional é particularmente importante nas camadas 1 e 3, uma vez que os elementos em rede (camada 1) e os conteúdos, aplicativos e serviços (camada 3) podem ser adquiridos de outros sistemas nacionais. Quanto mais globalmente competitivo for um sistema nacional em uma parte específica dessas camadas, mais ele poderá exportar. As exportações e a participação no mercado global, portanto, são uma boa medida da competitividade global.

No entanto, o comércio global tem um efeito limitado sobre a camada 2, uma vez que, de um modo geral (e com algumas exceções), as redes não são comercializáveis internacionalmente. Consequentemente, as estatísticas de exportação e participação no mercado global não podem ser usadas para medir a competitividade internacional na camada 2.

Fransman (2007) sugeriu esse modelo baseando-se em experiências feitas por engenheiros de telecomunicações e de TIC ao longo do tempo no uso de modelos em camadas para organizar suas interdependências de trabalho e conhecimento. Esse modelo permite uma definição clara da indústria ou dos limites e subsistemas do ecossistema, uma modularização e hierarquia das diferentes categorias de atores dentro do sistema, bem como as "interfaces" e as relações entre os atores. Também permite descrever a organização industrial do ecossistema ICT, a localização do local de pesquisa e desenvolvimento. Permite identificar barreiras de entrada e saída e, mais importante, o papel dos clientes ou consumidores. Assim, apresenta uma maneira simples, mas eficaz, de obter uma boa compreensão dos diferentes tipos de

atores, seus respectivos papéis e importância para o setor, bem como as inter-relações que ocorrem entre eles.

Por outro lado, é essencialmente um modelo estático, que não reflete a dinâmica da mudança. Além disso, não é adequado identificar modos de cooperação e coordenação entre as diferentes externalidades, tais como instituições ou organizações em interação, como, por exemplo, reguladores ou instituições financeiras.

No espírito da abordagem *schumpeteriana*, é preciso explicar como novos produtos, novos processos, novas formas de organização e novos mercados surgem, uma vez que são essas inovações, nas palavras de Schumpeter (1961), as principais impulsionadoras do sistema.

Propõe-se que estas inovações surjam essencialmente de seis relações simbióticas que ocorrem dentro do Ecosistema ICT. A simbiose existe quando os membros de duas espécies diferentes convivem em estreita interação com consequências que podem ou não ser benéficas para as partes envolvidas. Gastos com P & D podem constituir uma parte importante de uma relação simbiótica. No entanto, existem muitas formas de inovação que não envolvem P & D como medidas convencionais. Para Fransman (2010a), são feitas seis relações simbióticas no nível de agregação do Novo Ecosistema ICT, conforme relacionado no Quadro 5. Uma análise mais desagregada desse ecossistema permitiria que um maior número de relações simbióticas fosse examinado.

**Quadro 5 - Relações simbióticas**

Seis relações simbióticas	
1	Relação entre fornecedores de elementos de rede e operadores de rede.
2	Relacionamento entre operadoras de rede e provedores de conteúdo e aplicativos.
3	Relação entre conteúdo e provedores de aplicativos e consumidores finais.
4	Relação entre fornecedores de elementos de rede e consumidores finais.
5	Relacionamento entre fornecedores de elementos de rede e conteúdo e fornecedores de aplicativos.
6	Relação entre operadores de rede e consumidores finais.

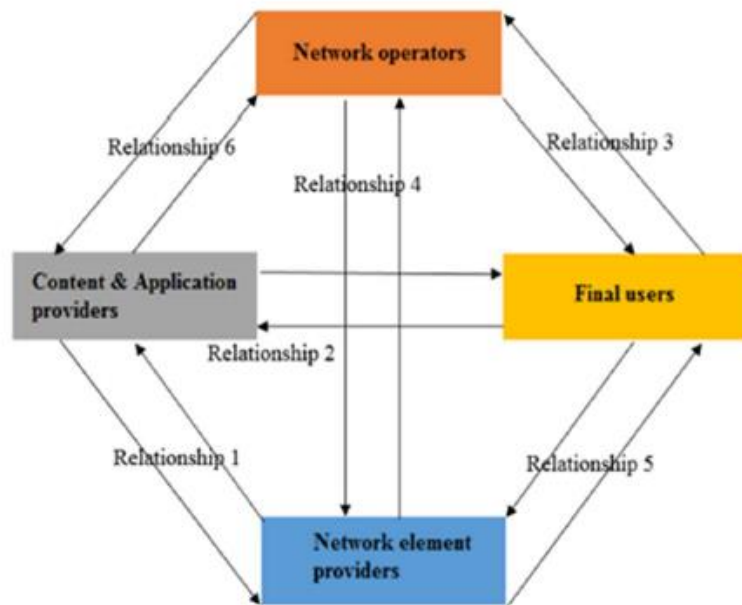
**Fonte: Fransman, 2007**

Reconhecendo esses desenvolvimentos, Fransman (2007; 2010a; 2010b; 2011) concentrou-se no papel da dinâmica, ou, como o autor os chama, de relações "simbióticas" entre as diferentes camadas e seu papel na inovação (FRANSMAN,

2014). Esses relacionamentos podem ser descritos como multidimensionais, representando fluxos financeiros e materiais, bem como fluxos de informações e entradas nos processos de inovação dentro do ecossistema.

No "novo ecossistema de TIC" (ou seja, pós-internet), os usuários estão ganhando uma presença no lado da oferta do sistema, criando em parceria com os fornecedores, da perspectiva de gerar informações úteis para os últimos. Em contraste com o chamado "antigo ecossistema de TIC" (isto é, pré-internet), que poderia ser descrito como um sistema de inovação fechado com as ligações mais importantes entre operadores de rede e vendedores de rede (camadas 1 e 2), o novo ecossistema de TIC é mais aberto, mais dinâmico e mais complexo. Nos últimos anos, o foco mudou para a interação entre outorgantes de plataforma, conteúdo e aplicativos (camada 3) e o ecossistema tornou-se mais dinâmico, com as relações entre os diferentes atores e o ambiente tornando-se também mais complicadas.

Um exemplo de como esse modelo (Figura 5) pode ser usado para entender as interações entre diferentes atores é apresentado, entre outros, por Arlandis e Ciriani (2010). Seu trabalho inclui um banco de dados detalhado de jogadores nas diferentes camadas, mas adota uma visão de alto nível, examinando diferentes grupos econômicos como UE, EUA e Ásia, e eles têm conseguido o domínio relativo (comparado à UE) de Ecossistemas ICT dos EUA e da Ásia. Outra aplicação do modelo de Fransman pode ser encontrada em Veugelers (2012). Aqui, o modelo também é usado para entender por que as empresas de TIC da Europa estão ficando para trás nos EUA, em particular no que diz respeito aos operadores de plataformas que são líderes e captam grande parte do valor do ecossistema de TIC (VEUGELERS, 2012). Argumenta-se que, num mercado da UE muito fragmentado, falta mentalidade empreendedora, bem como falta capital de risco. Estes seriam os principais obstáculos ao desenvolvimento do ecossistema.



**Figura 5 - Relação simbiótica de 4 camadas**  
 Fonte: Fransman, 2007

Essas seis relações de inovação simbióticas são multidimensionais. Mais especificamente, há quatro dimensões para cada um dos relacionamentos, descritos como A até D conforme descrito no Quadro 6.

**Quadro 6 - Dimensões das relações simbióticas**

Dimensões das relações simbióticas	
A	Compra-venda (fluxo financeiro)
B	Entrada-Saída (fluxo material)
C	Fluxo de Informações
D	Fluxo de Entradas no Processo de Inovação

**Fonte: Fransman, 2007**

Primeiro, cada relação simbiótica envolve a compra-venda de bens ou serviços, que é a dimensão A. Por exemplo, no Relacionamento 1, uma rede operadora adquire elementos de rede a partir de um provedor de elementos de rede (*switches*, roteadores, *software* de sistemas). Isso resulta em um fluxo financeiro do comprador para o vendedor. Em alguns casos, no entanto, a compra-venda é indireta e isso pode afetar a relação entre as partes envolvidas. Por exemplo, em Relacionamento 3 – a relação entre conteúdo e produtores de aplicativos e consumidores finais – embora um serviço possa ser entregue pelo primeiro ao segundo, este último não pode pagar diretamente pelo serviço. O pagamento pode ser feito por terceiros. A título de ilustração, tem-se que o Google ou YouTube pode dar um serviço de pesquisa ou

conteúdo para os consumidores finais, que podem não ter que pagar. No entanto, o pagamento vem indiretamente dos consumidores, que concedem seus *eyeballs* (ou seja, sua atenção). Isso significa que a dinâmica desse relacionamento é baseada no custo de oportunidade do consumidor quando acessa conteúdo parcialmente gratuito e recebe publicidade monetizada pelas plataformas.

No Relacionamento 2 – a relação entre os operadores de rede e produtores de conteúdo e aplicativos –, o relacionamento também pode ser complicado. Embora estes últimos possam pagar pelos serviços de rede que consomem, eles não pagam pelos serviços de rede usados por seus clientes. Isso ocorre no contexto do chamado conflito de neutralidade da rede (sobre se as operadoras de rede devem poder cobrar dos produtores de conteúdo e de aplicativos uma taxa por fornecer a eles e seus clientes da rede serviços superiores aos usufruídos pelo usuário médio da internet). A dimensão B da relação simbiótica é uma relação de entrada-saída que envolve um fluxo de material (composto de átomos ou bits) entre os grupos de jogadores envolvidos. É aqui que se faz uma relação entre as TICs modelo de camada e modelos *input-output* e conexões que foram analisadas por economistas (este último referindo-se à cadeia de produção *top-down*). Mais geralmente, o grupo outorga entradas que são usadas pelo segundo grupo para produzir sua saída.

A dimensão C da relação simbiótica envolve fluxos de informação através de uma variedade de canais. Este é um fluxo bidirecional que fornece cada uma das partes para o relacionamento com informações sobre o outro. Por exemplo, o vendedor, vendendo para o comprador e fazendo tudo isso para obter informações sobre o comprador, se o comprador é um intermediário em camadas 1 a 3 ou um consumidor final na camada 4. Simultaneamente, o comprador precisa de informações sobre o vendedor. A informação é parcial e raramente outorgada como o conjunto completo de informações relevantes.

A dimensão D envolve o uso dos frutos das outras três dimensões para inovar. Por exemplo, um produtor de elementos de rede para serviços de telecomunicações (por exemplo, um vendedor de equipamento de telecomunicações) envolvido num sistema simbiótico. O relacionamento com um ou mais operadores de rede – ou seja, envolvidos no Relacionamento 1 – vai usar a receita que recebe (Dimensão A) junto com entradas relevantes que comprou de outros produtores de elemento de rede

(Dimensão B) e as informações que coletou (Dimensão C) para gerar inovações, como uma melhoria em um ou mais dos elementos de rede que ele fornece.

### 3.2. Aplicação do modelo de Fransman

Esta seção apresenta indicadores econômicos relativos ao ecossistema das TICs no Brasil, Colômbia e México, necessários para o mapeamento do espectro. Os números baseiam-se nos dados da classificação própria em cada país, isto porque não existe uma metodologia única para os países do continente americano, que não inclui a fabricação e o comércio de produtos de TIC, mas inclui a produção de mídia e conteúdo. É, portanto, necessário lembrar isso ao interpretar as Figuras e os Quadros apresentados adiante.

Na comparação que outorga o Network Readiness Indicator (ver Quadro 7, p. 105), encontra-se uma importante diferença dos indicadores relacionados para Brasil, Colômbia e México baseada no tamanho do território e sua população rural e urbana e acesso ao mercado da tecnologia. No *ranking* geral, a Colômbia é a primeira das três nações, mas no número de assinantes de banda larga móvel, o Brasil é o melhor dos três países. No outro caso, o México tem melhor oferta de nova tecnologia, evidenciando que a proximidade aos Estados Unidos gera uma vantagem pela difusão técnica produto da integração econômica do North American Free Trade Agreement (NAFTA).

Por outro lado, no que se refere à regulação, à inovação e ao impacto econômico, o México se destaca no grupo dos três países analisados. No caso do Brasil, a infraestrutura, a acessibilidade, o uso individual e de negócios das TICs são os melhores indicadores no Network Readiness Indicator. Para a Colômbia, só no uso do governo das TICs encontra-se uma diferença positiva na medição. As diferenças na composição e características dos ecossistemas serão analisadas nas próximas seções.

Quadro 7 - Network Readiness para Brasil, Colômbia e México

<b>Network readiness 2016 (Rank of 139)</b>	<b>BRASIL</b>	<b>COLOMBIA</b>	<b>MEXICO</b>
Overall network readiness index	72	68	76
No. Of mobile subscription per 100 population	139	113,1	82,2
Mobile network coverage (% population covered)	100	100	99,9
Fixed broadband internet subs/100 pop	11,7	10,3	10,5
Prepaid mobile cellular tariff (in PPP \$/min)	0,31	0,29	0,12
Individuals using internet, %	57,6	52,6	44,4
Mobile broadband subs/100 pop.	78,2	45,1	41,1
International Internet bandwidth, kbps per user	43	35	20,9
Internet and telephony competition (0–6; 6 best)	2	2	2
Availability of latest technologies (1–7; 7 most)	4,5	4,5	5
<b>Readiness Subindex (Rank of 139)</b>	<b>BRASIL</b>	<b>COLOMBIA</b>	<b>MEXICO</b>
Political and regulatory environment	98	97	77
Business and innovation environment	124	94	83
Infrastructure	58	76	84
Affordability	26	58	54
Skills	91	79	92
Individual usage	57	71	84
Business usage	59	82	66
Government usage	84	31	52
Economic Impacts	75	84	64
Social Impacts	77	43	71
<b>Economic and demographics 2017</b>			
GDP per capita (constant \$)	10.889	7.601	9.946
Population (millions)	209.288.280	49.065.610	129.163.280
Population ages 15–64 (% of total)	70	69	66
Rural population (% of total)	28.653.658	9.594.290	26.004.442
Annual population growth (%)	0,80	0,80	1,30
Population density (people per sq.km of land area)	25	44	66
Population in the largest city (% of urban population)	11,84	26,04	20,84
ICT services export (BoP current US\$)	55,89	16,30	0,39
<b>Government characteristics relating to ICT 2016</b>			
Government prioritization of ICT (1–7; 7 best)	3,13	4,33	3,9
E-participation in government (0–1; 1 best)	0,88	0,71	0,61
ICT use and government efficiency (1–7; 7 best)	3,38	4,18	3,88

Fonte: The Global Information Tech Report, 2017

### 3.2.1. Brasil

Como aconteceu em diferentes países do mundo, o Brasil passou por um processo de privatização do setor de telecomunicações na década de 90. A estatal Telecomunicações Brasileiras S / A (Telebrás) foi privatizada em 1997, com a criação da Lei Geral de Telecomunicações – LGT nº 9.472 / 1997 – (BRASIL, 1997). Naquela época, a ideia era promover, a partir de um processo de liberalização comercial do setor de telecomunicações, a transição do modelo estatal de monopólio da prestação de serviços de telecomunicações para um modelo de concorrência regulada, que

seguia as etapas dos movimentos de liberalização regulatória que estava sendo implementada em vários países do mundo, especialmente nos Estados Unidos.

A lei nº 9.472 (BRASIL, 1997) previa a liberalização comercial do setor, promovendo a concessão às empresas que adquiriram as operadoras criadas a partir da divisão da Telebrás em regiões, autorizando a entrada de novas empresas que prestam serviços de telecomunicações. A ideia era que, depois de algum tempo, os autorizados também competissem com as concessionárias – fato não alcançado com o ritmo e a intensidade anunciados.

Também é importante esclarecer que a legislação estabeleceu dois regimes diferenciados de prestação de serviços. As concessionárias precisam operar no regime público, enquanto as autorizadas operariam exclusivamente no regime privado.

A mudança de modelo gerou consequências importantes para o mercado de telecomunicações no Brasil. Alguns são avaliados como positivos; outros, não tanto. Em primeiro lugar, houve uma mudança no papel do Estado, que passou de provedor de serviço para regulador e supervisor do cumprimento das regras, papel que passou a desempenhar, principalmente, após a criação da Anatel.

Houve também um aumento significativo do investimento no setor, principalmente na expansão da infraestrutura. Isso, conseqüentemente, permitiu o aumento da oferta de serviços à população – especialmente em telefonia fixa – que, até então, era bastante limitada. Além disso, como consequência da mudança, houve um crescimento na dominância do capital estrangeiro nas empresas brasileiras de telecomunicações e um aumento considerável da concentração no setor.

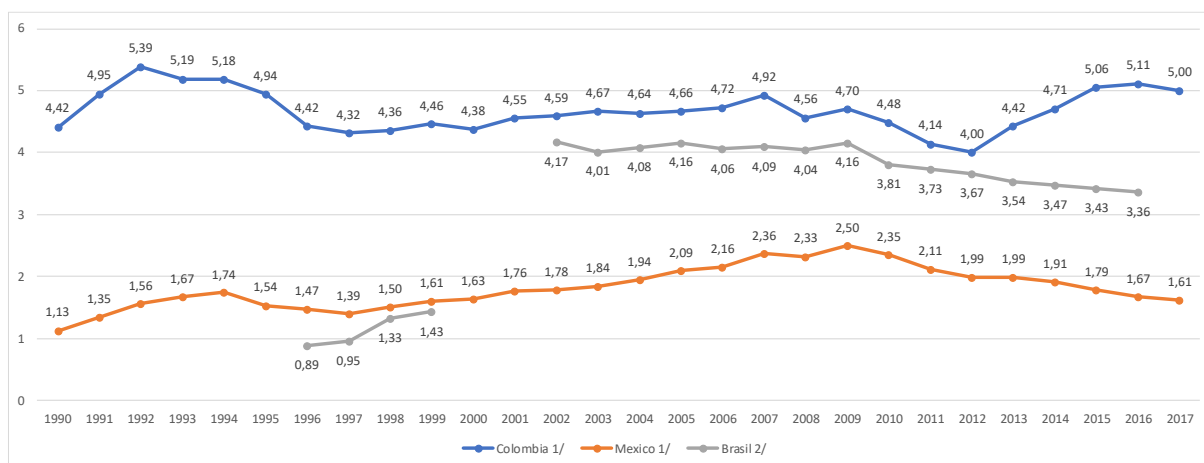
Parte desse aumento de concentração no setor obedece à forma como se configurou a diferenciação estabelecida na LGT entre concessionárias e empresas autorizadas; as primeiras foram beneficiadas por toda uma infraestrutura previamente construída pelo Estado. Além disso, havia incentivos públicos para a construção de uma infraestrutura privada e intervenção do governo nos processos de compra e venda de operadores. Esse foi o caso da Oi que, pelo Decreto Presidencial nº 6.654 (BRASIL, 2008) – que alterou o Plano Geral de Outorgas (PGO) –, comprou a Brasil

Telecom, tornando-se concessionária de telefonia fixa em 26 das 27 unidades da federação brasileira (à exceção de São Paulo, onde opera a Telefônica / Vivo).

Dessa forma, embora a privatização do setor tenha se baseado no argumento de que resultaria em maior promoção da competição entre as empresas – e que beneficiaria o consumidor final, através da luta por melhores preços –, o que aconteceu, na prática, no Brasil foi um processo de oligopolização das telecomunicações. Esse processo foi acentuado na última década por meio de fusões e aquisições entre agentes.

Para explicar esse fenômeno, é necessário levar em conta que o processo de liberalização regulatória promovido pela LGT, aliado ao processo de convergência tecnológica, gerou profundas transformações estruturais para o setor de telecomunicações, no mesmo ritmo que no mundo. Além disso, hoje, é necessário entender a infraestrutura de telecomunicações como parte de um setor mais amplo, que inclui tecnologias de informação e conteúdo de informação audiovisual.

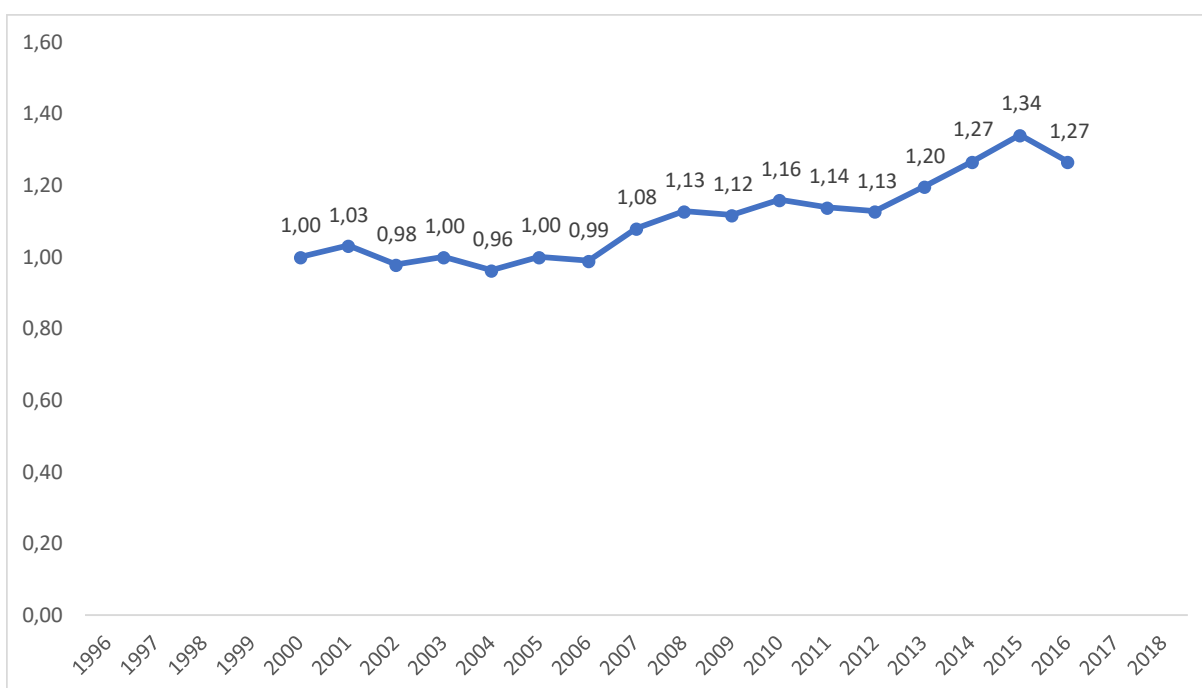
De acordo com os dados disponíveis, a participação do setor de Telecomunicações no Brasil vem decrescendo, progressivamente, na última década, passou de representar mais de 4 pontos do PIB no início da década de 2000 para 3 pontos em 2016. Uma queda significativa, tendo em vista a dinâmica das telecomunicações em outros países nos quais a geração de economias de escala e novos serviços têm crescido. No entanto, o setor de TIC no Brasil reflete a influência dos problemas de estabilidade política e econômica que o país apresentou na última década.



**Gráfico 5 - Participação no produto interno bruto anual (PIB) Correio e telecomunicações (Percentual) - Brasil**

Fonte: 1/ CEPAL - CEPALSTAT, Participación en el producto interno bruto (PIB) anual por actividad económica a precios corrientes, 2017. 2/ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – Seade, 2016

No orçamento de pesquisa e desenvolvimento como % do PIB (Gráfico 6), o Brasil revela crescimento real de 2007 a 2016, passando de menos de um ponto para 1,37, respectivamente. Mais tarde, tem uma queda nos dois anos seguintes. É necessário destacar que o Brasil, como percentual de sua produção, é o país que mais aloca recursos para esses itens, acima da Colômbia e do México. Essa situação também será um fator diferenciador nos resultados encontrados para o mapeamento e medição dos ecossistemas de TIC e espectro.

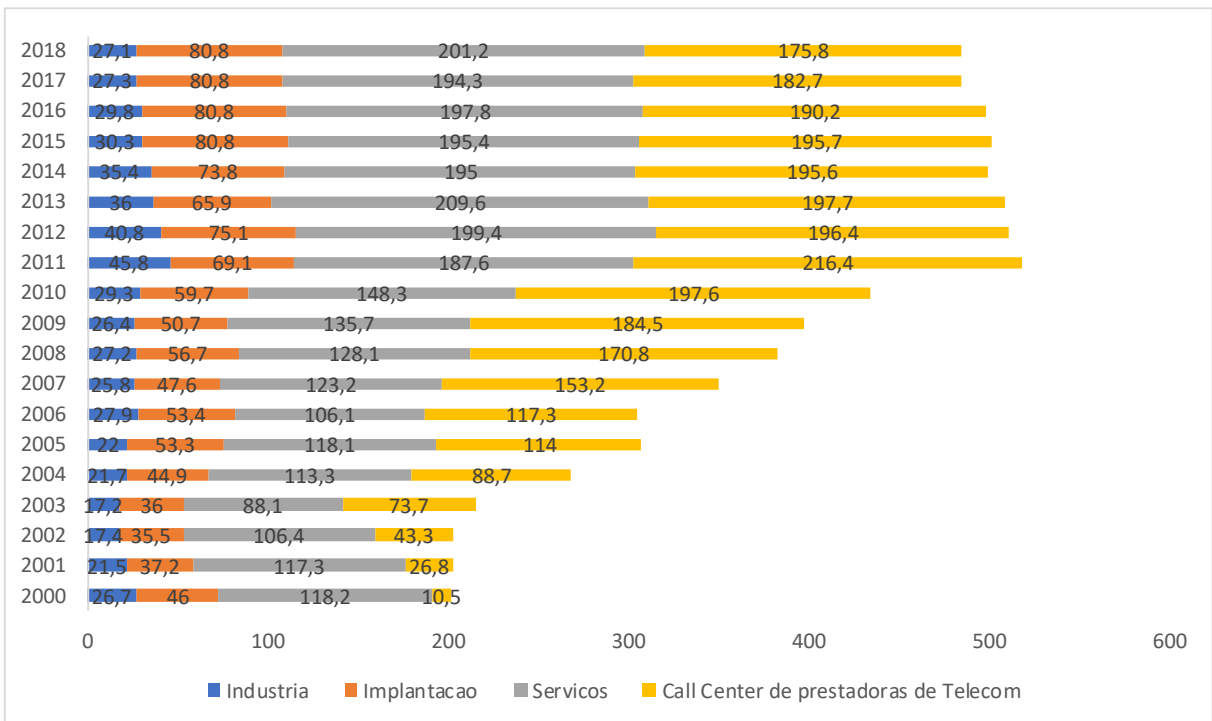


**Gráfico 6 - Despesas de pesquisa e desenvolvimento (% do PIB)**  
Fonte: Banco Mundial, 2018

Outro insumo relevante para o mapeamento do novo ecossistema de TIC é o emprego gerado pelas indústrias TIC no Brasil, tanto nacionais como totais (Gráficos 7 e 8).



**Gráfico 7 - % de empregados nacionais no setor de Transportes e comunicações por gênero**  
 Fonte: Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2018)



**Gráfico 8 - Empregados no Setor de Telecomunicações (milhares)**  
 Fonte: Telebrasil, 2018

O total de empregados nacionais no setor de telecomunicações manteve a participação nos últimos quatro anos e destes, a maioria foi ocupada por homens

(Quadro 8). Além disso, o número total de trabalhadores apresentou variação positiva de 26,7% (2008-2018), ou seja, aumentou em mais de 102 mil pessoas vinculadas ao setor. Outro aspecto relevante do emprego são os serviços e *call centers* como os maiores empregadores, que, somados, têm mais de 77% de trabalhadores nas telecomunicações.

**Quadro 8 - Variação interanual: % de pessoas ocupadas por setor de atividade econômica**

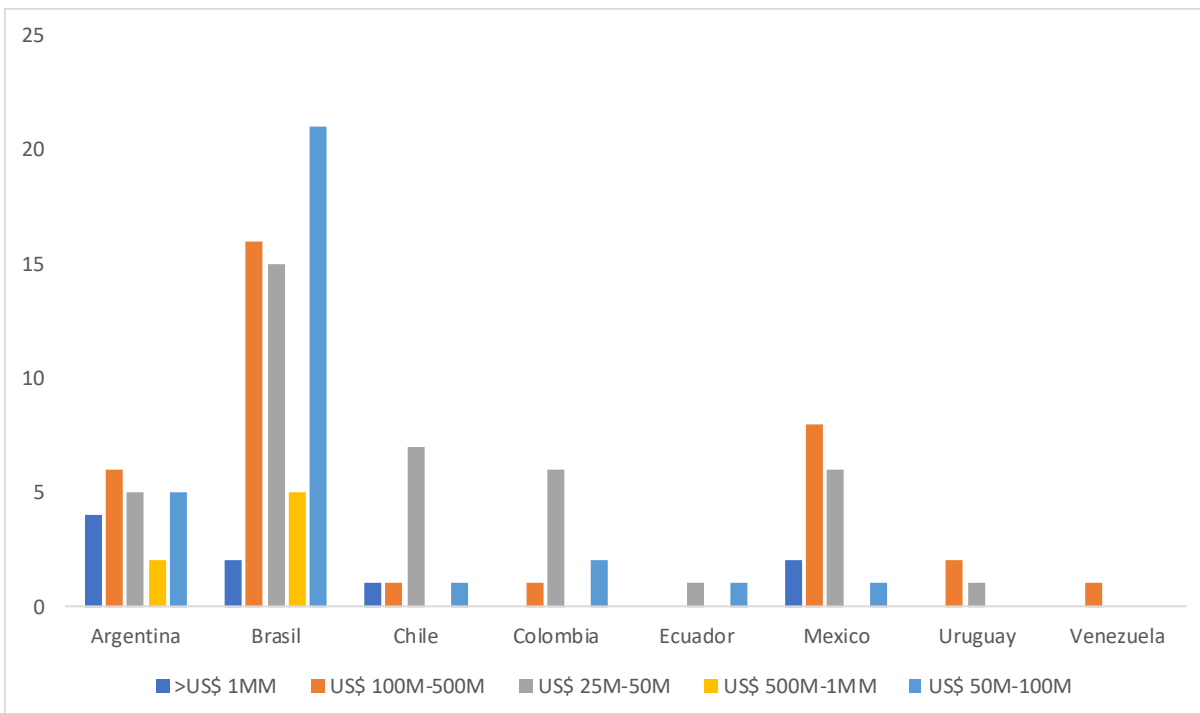
	Total ocupado	Agricultura	Indústria	Construção	Comércio	Hotéis e restaurantes	Transportes e Comunicações	Outros
Brasil	1,5	-0,8	1,2	-2,6	0,5	3,6	0,9	3,1
Colômbia a/	0,5	0,7	2,2	0,9	0,2	...	-0,5	0,2
México	2,7	1,2	2,5	4,4	3,5	1,8	5,9	2,1

**Fonte: OIT, 2018. a/ Dados de comércio incluem hotéis e restaurantes**

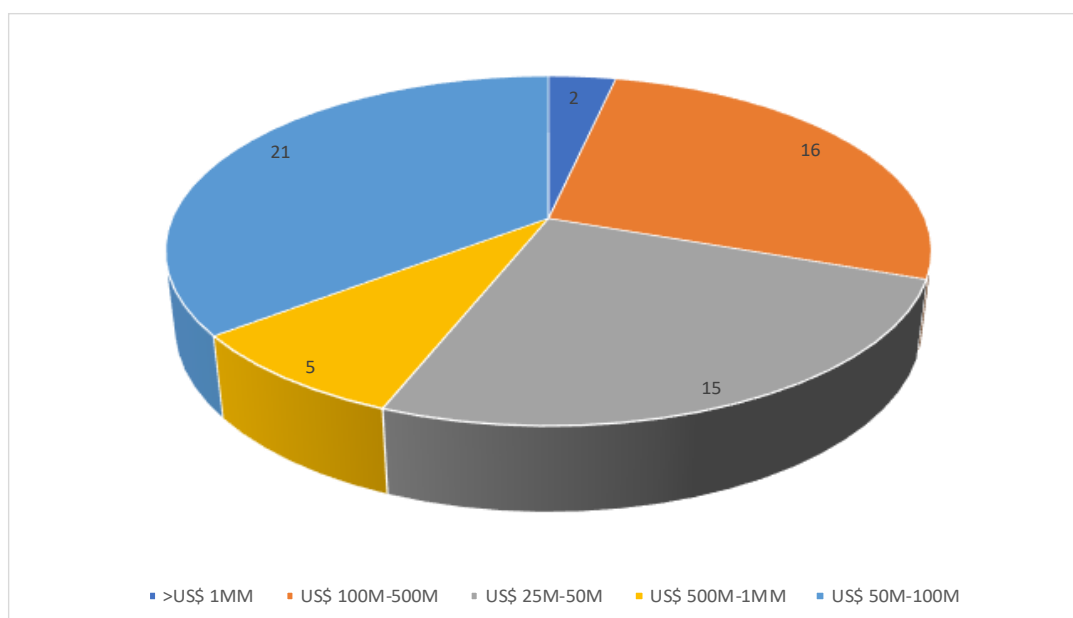
É interessante analisar que só a Colômbia foi o único país em que não houve aumento do número de empregados no setor das telecomunicações, apesar de manter a participação como percentual do PIB para 2018. Tal dado reflete o peso e a reestruturação que tem os diferentes setores nas economias nacionais dos três países.

A América Latina mostra o surgimento e o crescimento de um novo tipo de empresa, que está transformando o cenário de negócios: os Techno-Latins, empresas privadas de base tecnológica nascidas na região. A maioria é digital e empreendedora, com uma pegada internacional. Elas já podem ser contadas por centenas e estão se expandindo para além da internet, em novos espaços como biotecnologia, medicina digital, energias renováveis, segurança de *software*, tecnologia espacial, *fintech* (*Finance + Technology*) e *agtech* (*Agro + Technology*). Todos fazem parte do ecossistema descrito por Fransman (2010a) na camada 3, que desenvolve serviços, conteúdo e aplicações na região. É por isso que a importância de conhecer seu número e valor de mercado para determinar seu papel dentro do ecossistema em cada país.

Conforme analisado no Gráfico 9, a maior parte das Tecno-Latins estão concentradas no Brasil (59), Argentina (22) e México (17). É possível analisar que o mapa das Tecno-Latins é muito diferente do mapa das Multilatinas, ou seja, as multinacionais da América Latina (principalmente localizadas em setores tradicionais), uma vez que os fatores-chave para ter sucesso neste espaço são muito diferentes dos setores tradicionais.



**Gráfico 9 - Techno Latinas Report, avaliação de mercado em milhões de dólares - 2017**  
**Fonte: Surfing Tsunamis e NXTP Labs<sup>28</sup>, 2017**

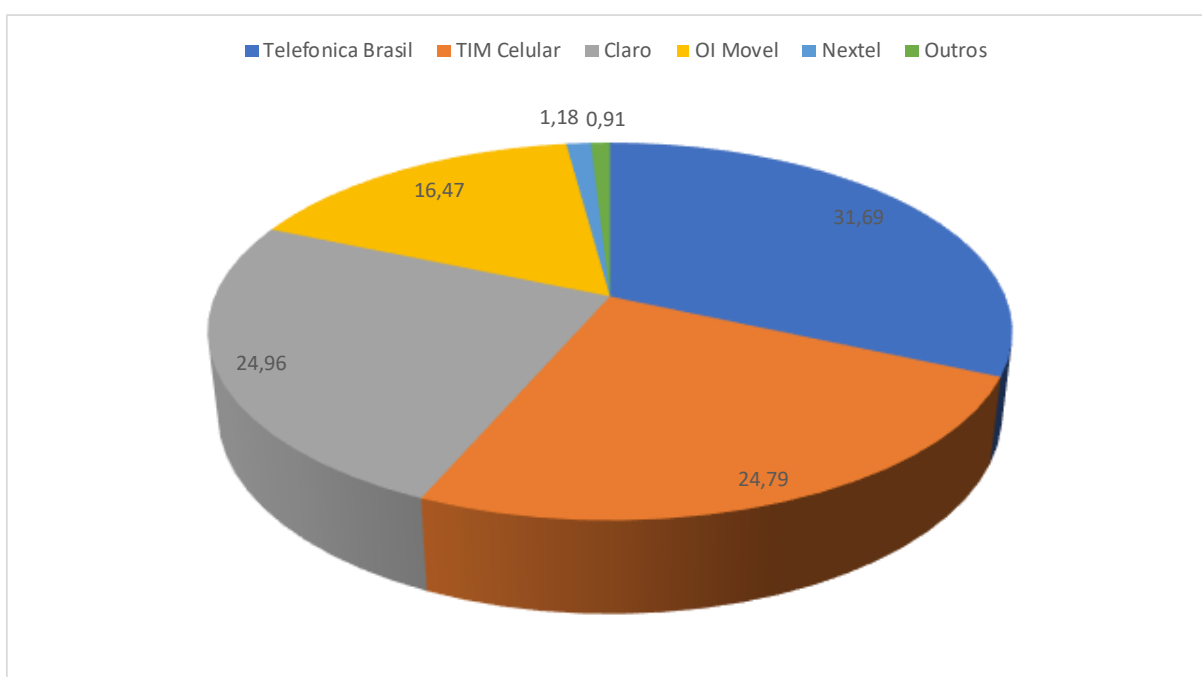


**Gráfico 10 - Techno Latinas Report - Brasil, avaliação de mercado em milhões de dólares**  
**Fonte: Surfing Tsunamis e NXTP Labs, 2017**

<sup>28</sup> É uma lista completa que apresenta todas as Tecnolatinas - empresas privadas de base tecnológica nascidas e instaladas na América Latina - identificadas na região, com um valor estimado de mais de US \$ 25 milhões. Este relatório é baseado em todas as fontes públicas disponíveis e na perspectiva coletiva de mais de 20 especialistas de diferentes países da região.

O *cluster* Brasil e Argentina representa 37% das Multilatinas e 66% das Tecnolatinas (e a Argentina representa 37% do valor total do ecossistema regional). Por outro lado, México, Chile e Colômbia representam 55% das Multilatinas, mas apenas 29% das Tecnolatinas.

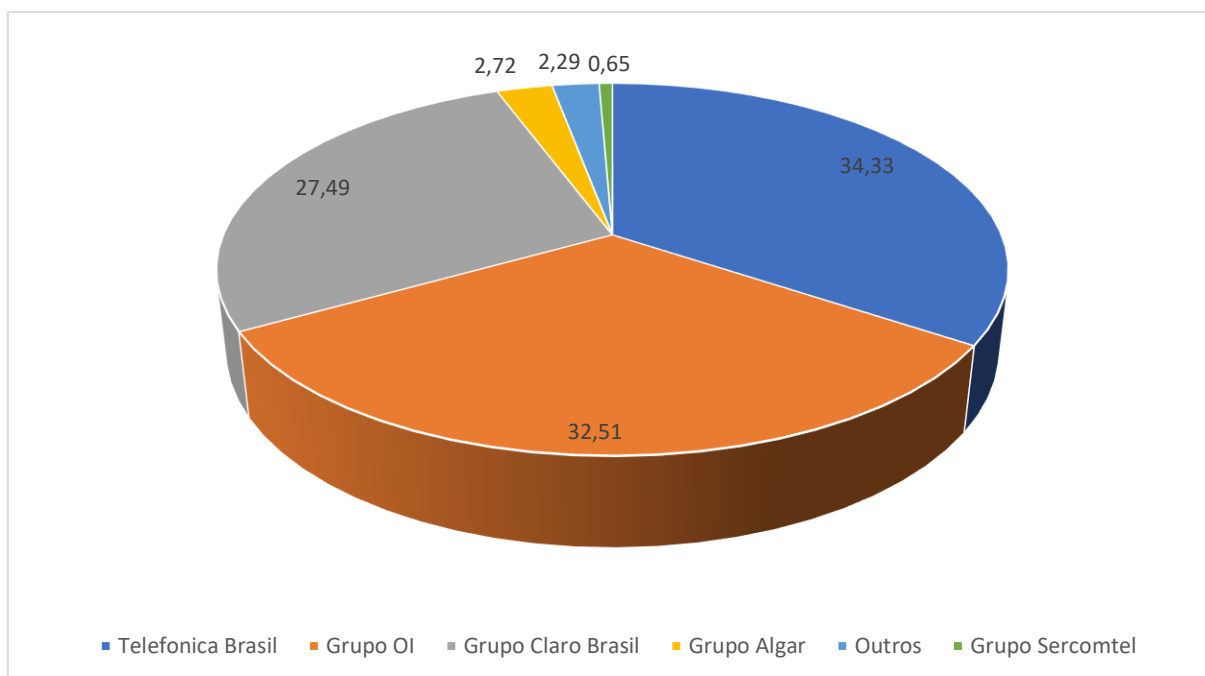
Das 59 empresas que o Brasil possui, duas são consideradas "unicórnios" (Gráfico 10), ou seja, empresas que superaram o valor de mercado acima de US\$ 1.000 milhões. Reforça a importância do país na geração de empresas de TIC na região.



**Gráfico 11 - Participação de mercado do serviço de telefonia móvel**  
Fonte: Regulatel, 2017

Outro ator relevante no mapeamento são os operadores; neste caso, aqueles que vendem banda larga fixa e móvel. Para o Brasil (Gráfico 11), cinco são os mais importantes e, destes, três concentram mais de 80% do mercado (Telefônica Brasil, TIM e Claro). Essa posição oligopolista também é transmitida ao mercado de telefonia fixa, com a Telefônica, Oi e Claro sendo as dominantes (Gráfico 12).

A taxa de participação determina o nível de concorrência que o setor possui e os serviços oferecidos no mercado. Também influencia os preços oferecidos ao consumidor final de acordo com o nível de integração vertical que as operadoras têm, pois os serviços são vendidos através das modalidades *multiplay*.



**Gráfico 12 - Quota de mercado do serviço de telefonia fixa**  
**Fonte: Regulatel, 2017**

**Quadro 9 - Mercado TIC no Brasil 2016, milhões US\$**

Segmentos	Mercado doméstico	Exportaciones	Mercado total
<i>Software</i>	8.475	177	8.652
<i>Servicios</i>	10.227	499	10.726
<i>Hardware</i>	19.844	349	20.193
<b>Total TI</b>	<b>38.546</b>	<b>1.025</b>	<b>39.571</b>
<i>Telecomunicaciones</i>	51.344	-	51.344
<b>Total TIC</b>	<b>89.890</b>	<b>1.025</b>	<b>90.915</b>

**Fonte: ABES Software, 2017**

O valor total do mercado de TIC no Brasil é de US\$ 90.915 milhões, sendo que US\$ 1.025 são exportados para mercados internacionais. O setor de telecomunicações responde por 57% do mercado interno e os restantes 43% por *software*, *serviços* e *hardware* (Quadro 9).

### 3.2.1.1. Evolução dos atores no Brasil de acordo com as camadas de Fransman

Embora a seção anterior tenha apresentado uma visão geral, agora será aplicado o modelo de Fransman (2010a) para identificar, com mais precisão, as

atividades localizadas nas diferentes camadas. Os gráficos 10 a 12 representam informações gerais para preparar o mapeamento dos atores do ecossistema ICT no Brasil, que posteriormente serão a base para o desenho do mapeamento do espectro radioelétrico, analisando seu efeito por camadas e suas relações com cada um deles.

Para desenvolver a análise da evolução do número de atores de acordo com o tamanho da empresa, foi preciso contar com as seguintes informações: número de empresas do ecossistema ICT no Brasil<sup>29</sup> nas camadas 1, 2 e 3, número de empresas ICT com mais de 50 empregados, também por camada, e crescimento da produção ou valor do mercado (Quadro 10). Todas as estatísticas foram desenvolvidas para o período de 2008 a 2017, segundo a disponibilidade e atualização dos dados.

**Quadro 10 - Número de atores Ecossistema ICT Brasil**

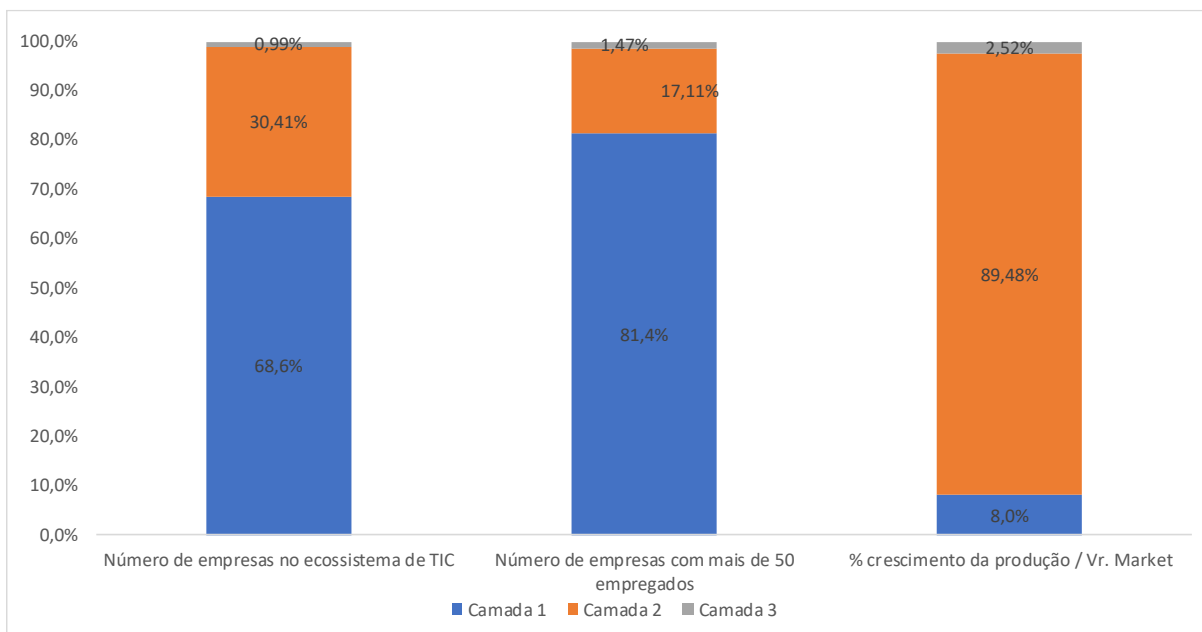
	Número de empresas no ecossistema de TIC	Número de empresas com mais de 50 empregados	% crescimento da produção / Vr. Market
Camada 1	4073	3279	3,5
Camada 2	1806	689	39,11
Camada 3	59	59	1,1

**Fonte: IBGE, 2018; TecnoLatinas Report 2017; Telebrasil, 2018; Anatel, 2018**

De acordo com as informações coletadas (ver Gráfico 13), as empresas da camada 1 (produtoras de equipamentos de rede) são 4073 unidades e as operadoras de rede, com 1806. As da camada 2 representam o segundo maior número. Finalmente, as empresas de conteúdo e aplicação, com 59. Após a depuração, empresas com mais de 50 funcionários, os números são ajustados para 3279 e 689,

<sup>29</sup> Número de empresas totais e com 50 ou mais empregados porque empresas com menores quantidades de trabalhadores não representavam uma contribuição relevante ao estudo.

nas camadas 1 e 2, respectivamente. Na camada 3, sem estudos mais detalhados ou estatísticas, o número de empresas era o mesmo.



**Gráfico 13 - A importância relativa das diferentes camadas no Brasil**

**Fonte: Cálculos do autor com base em banco de dados do IBGE, 2018; Tecnolatinas Report 2017, Telebrasil, 2018; Anatel, 2018**

A quota de mercado no ecossistema ICT no Brasil é apresentada a partir de diferentes perspectivas no Gráfico 13. A camada 1 é a maior em termos de número de empresas tanto em nível setorial como importância de seus atores. Em termos de crescimento / valor de mercado, a análise da participação de mercado sugere que, embora a camada 2 seja consideravelmente inferior à camada 1 em relação ao número de empresas, desempenhou o papel mais importante a economia do Brasil, ao ter 89% do valor. As subseções a seguir apresentam uma análise mais detalhada das atividades nas diferentes camadas.

#### 3.2.1.1.1. Camada 1 - fornecedores de elementos de rede

A camada 1 consiste, principalmente, de distribuidores ou filiais locais ou subsidiárias de fornecedores internacionais ou globais de equipamentos de TIC, como Cisco, Ericsson, Huawei, Nokia Networks, HP, IBM, Oracle, EMC etc. A maioria dessas empresas internacionais estabeleceu pequenos escritórios de vendas no Brasil, atraídas por suas condições econômicas favoráveis, localização geográfica do

país e, mais importante, pelo tamanho da economia brasileira na região e do potencial do setor das telecomunicações.

#### 3.2.1.1.2. Camada 2 – operadores de rede

A camada 2 é composta por 1806 empresas, das quais 38% têm mais de 50 funcionários, ou seja, 689. As empresas que atuam na camada 2 vendem internet de alta velocidade, TV a cabo, telefonia fixa, conexões via satélite e móvel. Seu número depende do alcance territorial, localização geográfica, se é uma empresa filial, subsidiária ou parceira de um operador maior de caráter privado ou público.

Os maiores operadores de banda larga, fixa e móvel, no Brasil são: Telefônica Brasil, TIM Celular, Grupo Claro Brasil, Oi Móvel e Grupo Algar. Arrecadaram R\$ 62,3 bilhões em tributos em 2017, o equivalente a 45,3% da Receita Operacional Líquida de R\$ 137,5 bilhões e do 85% do valor do mercado do ecossistema ICT no Brasil. O Valor de Mercado das prestadoras de serviços de telecomunicações (Fixa, Celular e TV por Assinatura) com ações negociadas na Bovespa era de R\$ 95,2 bilhões no final dos nove meses de 2018, o que representava 2,9% do valor total das empresas na Bovespa.

#### 3.2.1.1.3. Camada 3 - produtores de conteúdo e aplicativos

Conforme as informações de TecnoLatinas Report 2017, o Brasil é o país da região com mais empresas dedicadas à produção de conteúdo e *apps*, 59 no total. Destas, 73% apontam para seu próprio mercado local e 51 estão localizadas na cidade do São Paulo. Do total, 69% das empresas têm um valor de mercado inferior a US\$ 100 milhões. As empresas maiores, nesta camada, são, principalmente, ativas em comércio eletrônico, *software*, consultoria e integração de TIC, bem como operadoras de *data center*. Das 59, duas têm alcance global, 14 regionais e 43 locais.

### 3.2.2. Colômbia

Na Colômbia, o processo de abertura do mercado foi inicialmente tímido, desde a promulgação da lei nº 142, de 1994 (COLOMBIA, 1994), mas acelerado no final dos

anos 90. Desde então, adotou-se uma série de medidas que promoveram, em primeira instância, o desenvolvimento do mercado de telecomunicações e, por outro, acompanharam a dinâmica da própria mudança do setor em termos de convergência, serviços derivados e complementaridade, competição e novas formas de gerar valor agregado.

Especificamente, as mudanças introduzidas pela Lei de TIC de 2009 – Lei 1341 de 2009 (COLOMBIA, 2009) – lançaram as bases de uma estrutura institucional eficaz e dotaram as autoridades de ferramentas sólidas para desenvolver ainda mais a competição no mercado e garantir que as novas tecnologias beneficiassem a economia do país, bem como seus cidadãos. Nesse sentido, o regulamento emitido desde então tem como objetivo principal facilitar e acompanhar a transição para novas tecnologias, entendendo a convergência e melhorando a gestão, a flexibilidade e a liberalização das tecnologias.

A Lei de TIC de 2009 é apoiada por oito princípios orientadores que constituem o guia fundamental para a execução de diferentes projetos para o fortalecimento do setor de TIC, no que diz respeito ao regime de concorrência, serviço de qualidade e proteção aos usuários, que são os protagonistas da transformação no setor (Quadro 11).

**Quadro 11 - Princípios orientadores da Lei das TIC**

<b>Princípios</b>	<b>Características</b>
Prioridade ao acesso e uso de tecnologia Informação e Comunicações	O Estado e todos os agentes do setor das TICs unem forças, no quadro das suas obrigações, para priorizar seu acesso e uso na produção de bens e serviços, em condições não discriminatórias de conectividade, educação, conteúdo e competitividade.
Livre concorrência	Que estimulem o investimento atual e futuro no setor de TIC e que permitam a concorrência para o mercado.
Uso eficiente de infraestrutura e recursos escassos	O Estado incentivará a implantação e o uso eficiente da infraestrutura para o fornecimento de redes de telecomunicações e os serviços que podem ser vendidos a eles. Aproveitamento e uso.
Proteção dos direitos do usuário	O Estado assegurará a proteção adequada dos direitos dos usuários de TIC.
Promoção de Investimento	Todos os vendedores de redes e serviços de telecomunicações terão iguais oportunidades para acessar o uso do espectro e contribuir

	para o Fundo de Tecnologia da Informação e Comunicação.
Neutralidade Tecnológica	O Estado garantirá a livre adoção de tecnologias, levando em conta as recomendações, conceitos e regulamentos das organizações internacionais competentes e adequadas.
O direito à comunicação, informação e educação e serviços básicos de TIC	No desenvolvimento dos artigos 20 e 67 da Constituição Nacional, o Estado proporcionará a todo colombiano o direito de acesso às TICs básicas, que permitem o pleno exercício dos seguintes direitos: Liberdade de expressão e de divulgar os seus pensamentos e opiniões, para informar e receber informação verdadeira e imparcial, educação e acesso ao conhecimento, à ciência, à tecnologia e aos outros bens e valores da cultura.
Massificação do Governo <i>Online</i>	A fim de alcançar a prestação de serviços eficientes aos cidadãos, as entidades públicas devem adotar todas as medidas necessárias para assegurar o máximo uso das TICs no desenvolvimento de suas funções.

**Fonte: BlueNote Management Consulting, 2016**

Esses aspectos fundamentais traçam, de forma específica, a relevância de cada um dos atores no ecossistema do setor no país e assinala um marco na política pública setorial, pois

O Estado reconhece que o acesso e uso de tecnologias de informação e comunicação, a implantação e uso eficiente de infraestrutura, o desenvolvimento de conteúdos e aplicações, a proteção dos usuários, a formação de talentos humanos nessas tecnologias e sua natureza transversal são pilares para a consolidação das sociedades da informação e do conhecimento. (artigo 3 da Lei 1341 de 2009 (COLOMBIA, 2009))

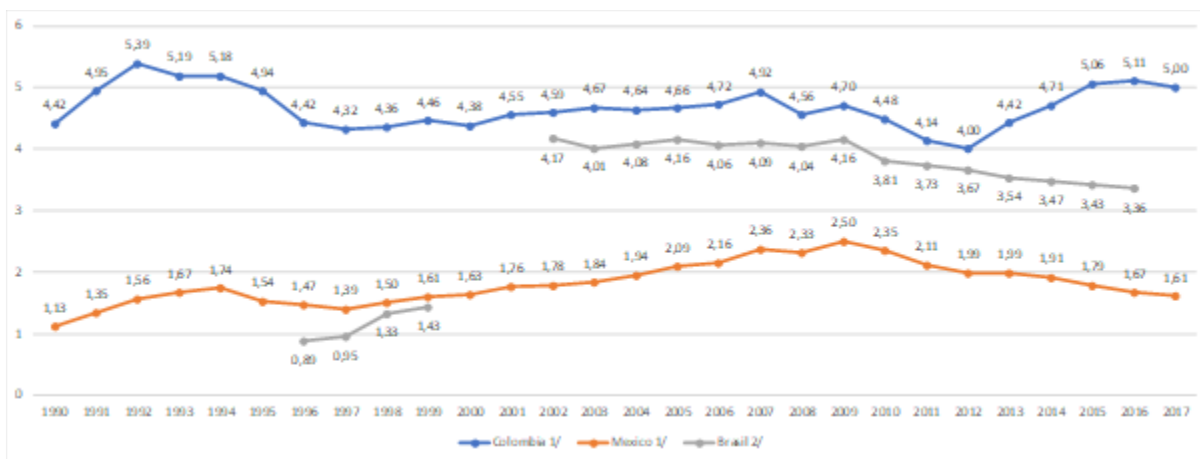
Nesse sentido, esses atores impactam na melhoria da inclusão social e da competitividade do país.

O artigo 4º da Lei 1341 de 2009 (COLOMBIA, 2009) determina a intervenção do Estado no setor de TIC e estabelece os princípios de intervenção para atingir os seguintes objetivos:

- ✓ Promover o uso eficiente de recursos radioelétricos;
- ✓ Garantir uma concorrência livre e justa;
- ✓ Garantir a implantação de infraestruturas;
- ✓ Assegurar a igualdade de oportunidades no acesso ao bem;

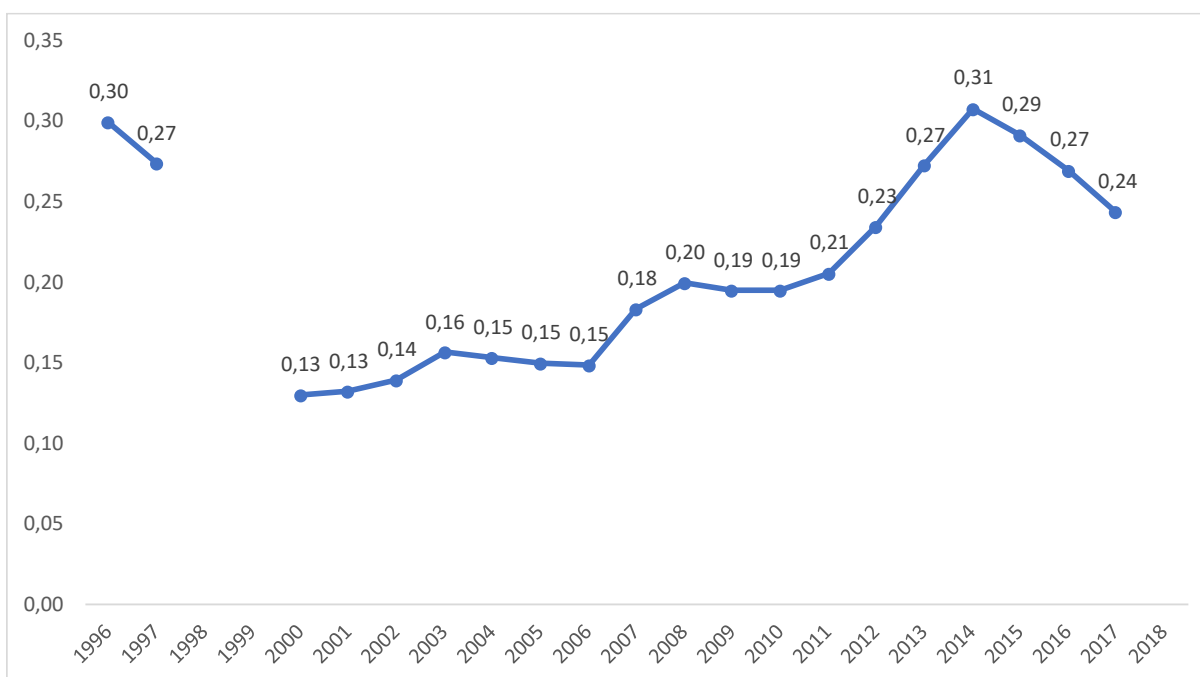
- ✓ Conseguir o uso adequado do espectro e realize sua reorganização.

Por outro lado, a participação do setor telecomunicações no PIB da Colômbia consegue manter acima de 5% depois de uma queda em 2012 de 4% (Gráfico 14). O setor tem sido o mais dinâmico da economia colombiana nos últimos quinze anos e, comparativamente com Brasil e México, tem maior participação no produto total. Ademais, apesar de desacelerações econômicas no país, o setor logrou melhorar seus indicadores de rentabilidade e cobertura.



**Gráfico 14 - Participação no produto interno bruto anual (PIB) Correio e telecomunicações (Percentual) - Colômbia**

Fonte: 1/ CEPAL - CEPALSTAT, Participación en el producto interno bruto (PIB) anual por actividad económica a precios corrientes, 2017. 2/ DANE, 2018



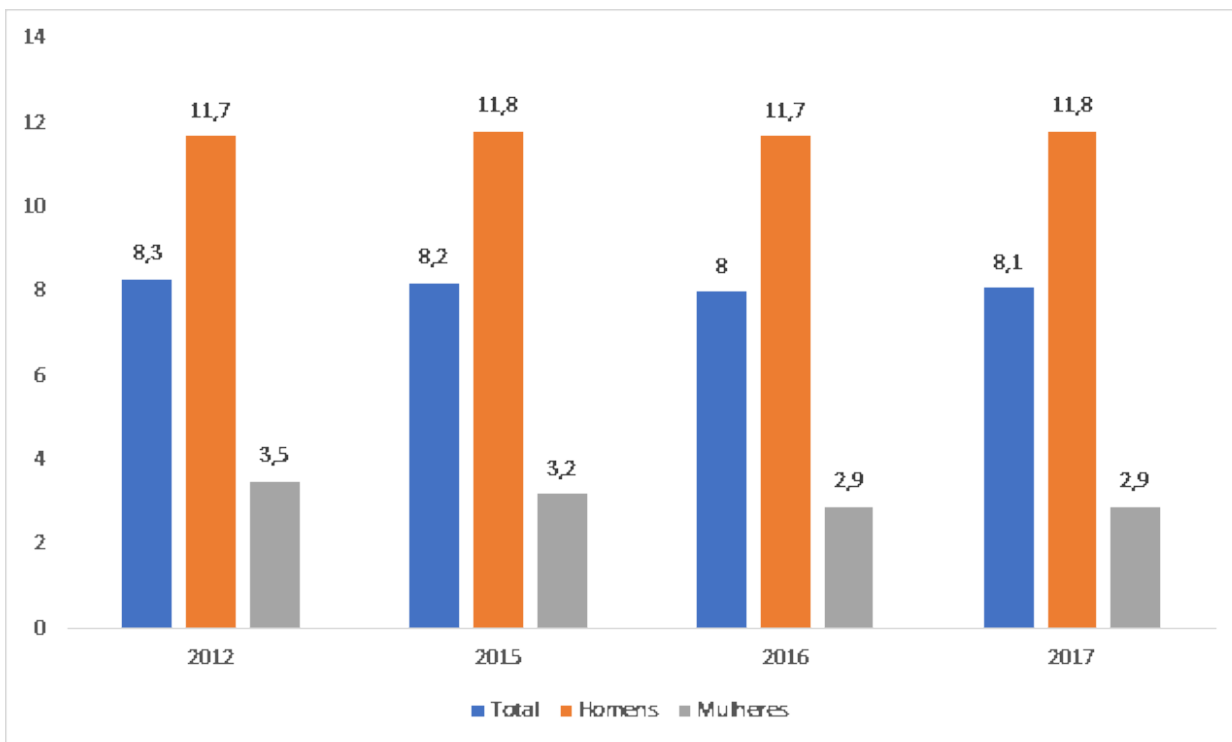
**Gráfico 15 - Despesas de pesquisa e desenvolvimento (% do PIB)**

Fonte: Banco Mundial, 2018

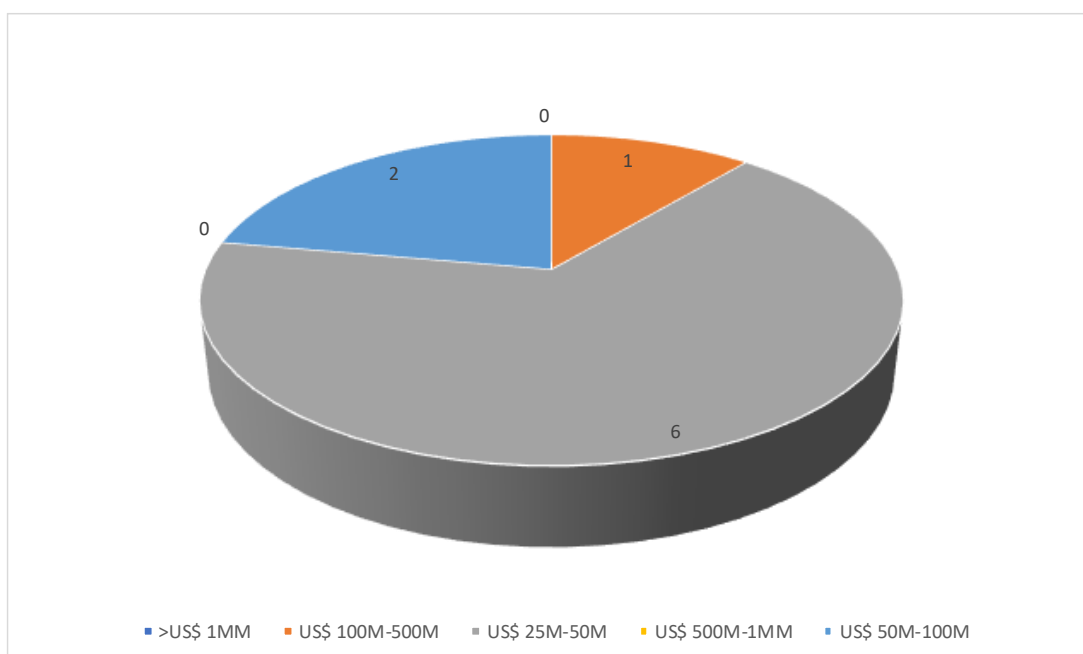
As despesas de pesquisa e desenvolvimento são as menores dos três países: não consegue alcançar o 0,5% do PIB da Colômbia sendo uma evidência de um problema maior na economia colombiana. Historicamente, os recursos de investimento, tanto públicos quanto privados, são insuficientes para manter um desenvolvimento econômico e produtivo alinhado à participação dos setores econômicos.

Em relação ao emprego nacional do setor de telecomunicações no período 2012-2017, o nível permanecerá em uma parcela próxima de 12%. Mas a participação das mulheres caiu de 3,5% em 2012 para 2,9% em 2017 sem afetar o emprego para os homens (Gráfico 16). Isso pode ser explicado pela chegada de trabalhadores estrangeiros com habilidades específicas para atender uma demanda não satisfeita pela oferta nacional de mão de obra.

No Technolatinas Report, a Colômbia só contribui com 7% das empresas de base tecnológica da região e, comparativamente, com o Brasil (48%) e o México (17%), a diferença é notória. No entanto, diferenças no tamanho da economia, como a população, poderiam explicar em parte por que sua contribuição não é maior. Além disso, a Colômbia está iniciando um processo de transformação tecnológica, mas apoiada, principalmente, em serviços financeiros, de consumo e entretenimento. Diferentemente do Brasil e do México, a Colômbia não possui uma indústria de manufatura tecnológica de destaque e, portanto, não é muito representativa.



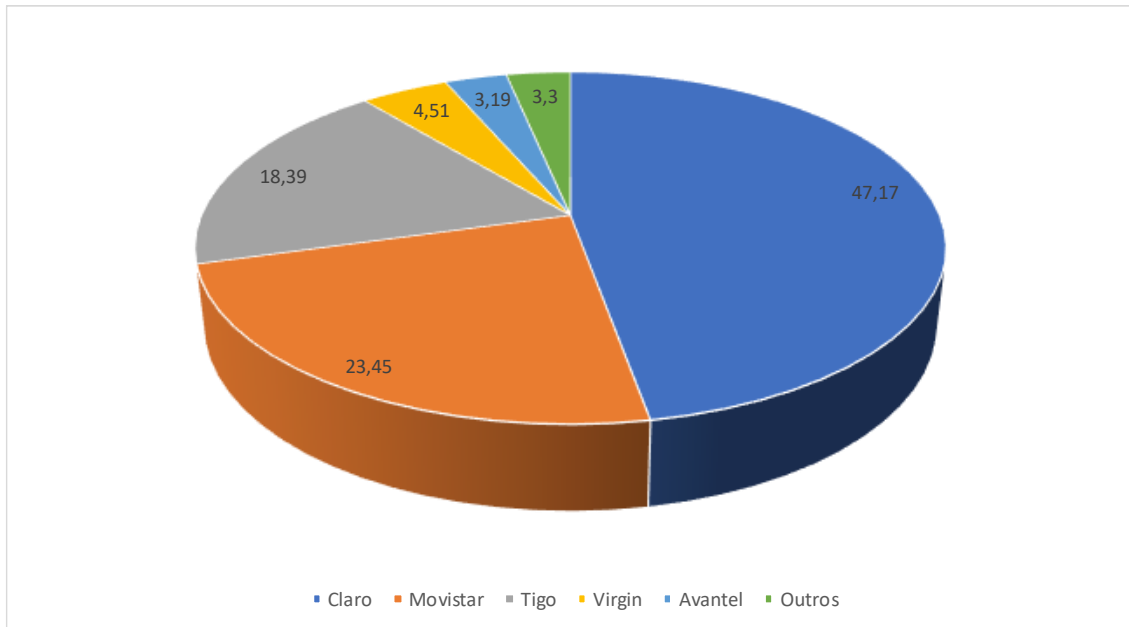
**Gráfico 16 - % de empregados nacionais no setor de Transportes e comunicações por gênero**  
**Fonte: OIT, 2018**



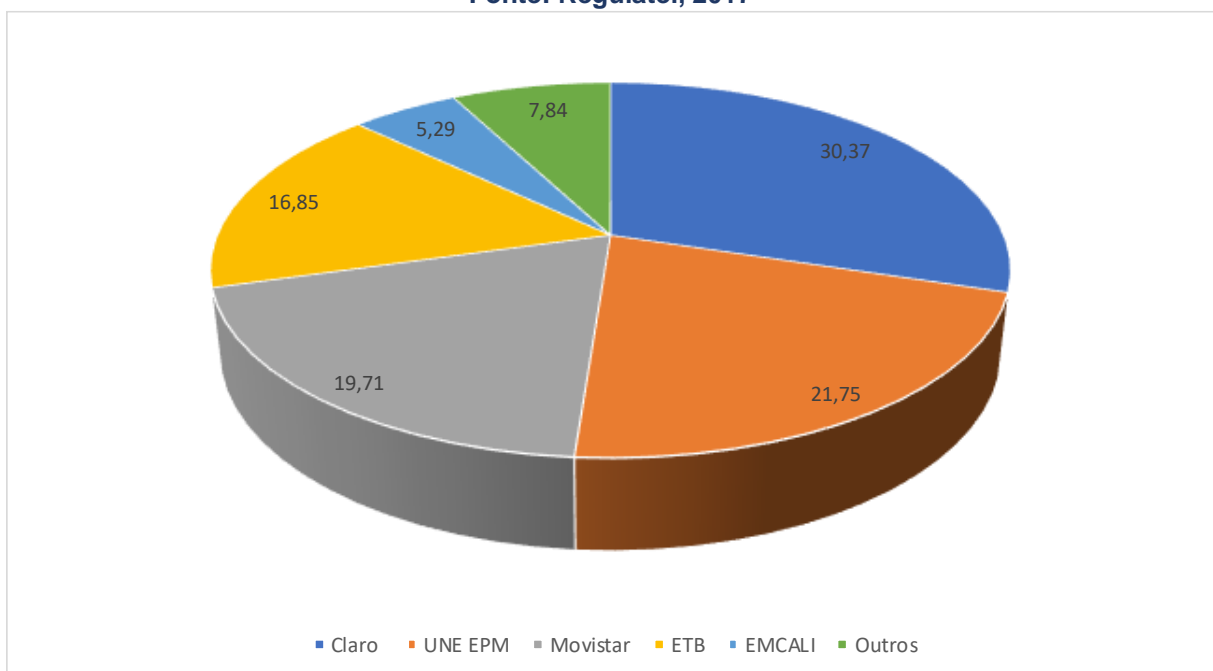
**Gráfico 17 - Techno Latinas Report-Colômbia, avaliação de mercado em milhões de dólares**  
**Fonte: Surfing Tsunamis e NXTP Labs, 2017**

No mercado de banda larga fixa e móvel, a Colômbia tem oito operadores; destes, três concentram mais de 90% do mercado móvel (Claro, Movistar Telefônica,

e Tigo Millicom) – ver Gráfico 18 – e na fixa, quatro operadores têm 89% do mercado (Claro, UNE EPM, Movistar e ETB) – Gráfico 19. A presença de dois operadores locais como UNE, EPM e ETB é um fator de destaque no mercado de telecomunicações colombiano.



**Gráfico 18 - Participação de mercado do serviço de telefonia móvel**  
**Fonte: Regulatel, 2017**



**Gráfico 19 - Quota de mercado do serviço de telefonia fixa**  
**Fonte: Regulatel, 2017**

### 3.2.2.1. Evolução dos atores na Colômbia de acordo com as camadas de Fransman

Para desenvolver a análise da evolução do número de atores conforme o tamanho da empresa, foi preciso contar com as seguintes informações: número de empresas do ecossistema ICT na Colômbia para as camadas 1, 2 e 3, número de empresas ICT com mais de 50 empregados, também por camada; e crescimento da produção ou valor do mercado (Quadro 12). Todas as estatísticas foram desenvolvidas para o período 2008 ao 2017, segundo a disponibilidade e atualização dos dados.

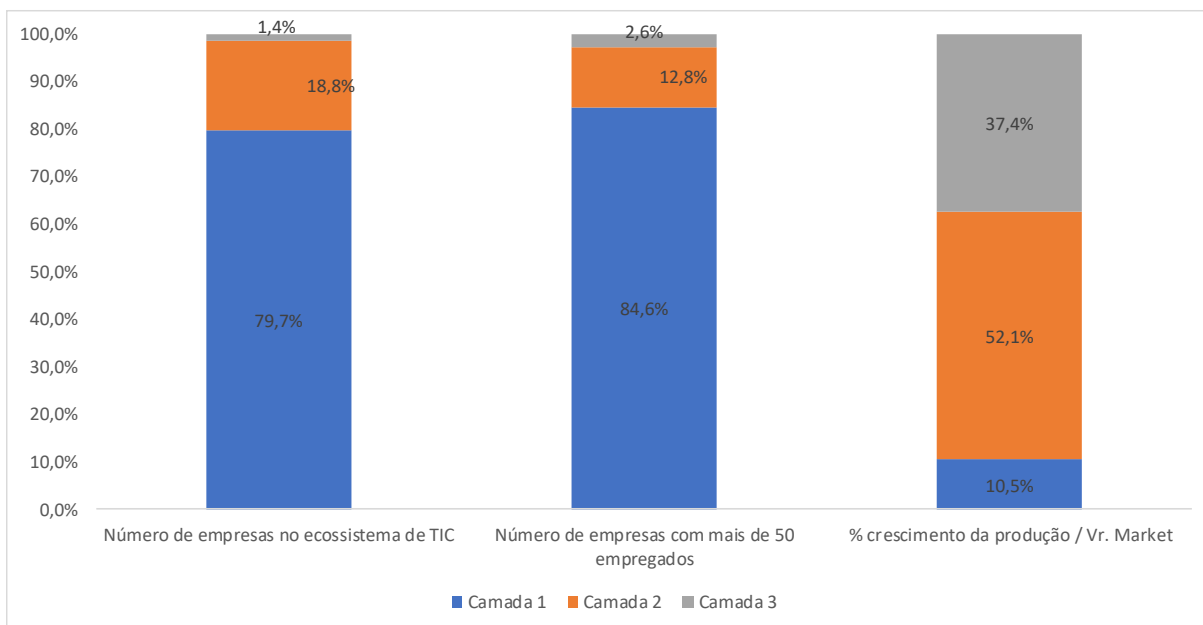
**Quadro 12 - Número de atores Ecossistema ICT Colômbia**

	Número de empresas no ecossistema de TIC	Número de empresas com mais de 50 empregados	% crescimento da produção / Vr. Market
Camada 1	496	298	1,49
Camada 2	117	45	7,4
Camada 3	9	9	5,3

**Fonte: DANE, 2018; TecnoLatinas Report, 2017; CRC, 2016; MINTIC, 2018; Fenalco, 2018**

Segundo as informações coletadas, as empresas da camada 1 (fornecedores de equipamentos de rede) são 496 unidades e as operadoras de rede, da camada 2, são 117. Finalmente, as empresas de conteúdo e aplicação têm nove unidades. Após a depuração, em empresas com mais de 50 funcionários, os números são ajustados para 298 e 45, nas camadas 1 e 2, respectivamente. Na camada 3, sem estudos mais detalhados ou estatísticas, o número de empresas era o mesmo.

A quota de mercado no ecossistema ICT na Colômbia é apresentada no Gráfico 20. A camada 1 é a maior em termos de número de empresas, seguido pelas camadas 2 e 3. Em termos de crescimento / valor de mercado, a análise da participação de mercado sugere que, embora a camada 3 seja consideravelmente inferior às camadas 1 e 2 em relação ao número de empresas, é a segunda em valor de mercado (37.4%), depois da camada dos operadores (52,1%).



**Gráfico 20 - A importância relativa das diferentes camadas na Colômbia**  
**Fonte: Cálculos do autor com base em banco de dados do DANE, 2018; TecnoLatinas Report 2017; CRC, 2016; MINTIC, 2018**

### 3.2.2.1.1. Camada 1 - fornecedores de elementos de rede

No caso da Colômbia, a maioria dos fornecedores de equipamentos de rede possui apenas escritórios de representação no país e, portanto, importam seus equipamentos. Em casos específicos, eles importam produtos semiacabados e, em seguida, são finalizados no país. Portanto, não há produção na Colômbia em sentido estrito, mas graças à dinâmica do setor, a chegada de novas empresas ou subsidiárias é evidente.

### 3.2.2.1.2. Camada 2 – operadores de rede

A camada 2 é composta por 117 empresas, das quais 39% são empresas com mais de 50 funcionários, ou seja, 45. As empresas que atuam na camada 2 vendem internet de alta velocidade, TV a cabo, telefonia fixa, conexões via satélite e móvel. A dinâmica atual depende da implantação de infraestrutura urbana e rural e a relação custo – rentabilidade. As margens de rentabilidade são menores; daí, a forte concorrência entre operadores já estabelecidos historicamente que procuram vendas verticais de serviços através do *multiplay* (telefonia fixa, móvel, internet e TV).

Segundo o Relatório da Indústria do Setor de TIC da Comisión de Regulación de Comunicaciones de 2017, o serviço de TIC mais dinâmico tem sido a internet móvel, que passou de 18,6 milhões em 2014 para 23,7 milhões em 2016 de usuários. O relatório destaca que a maioria das conexões de internet móvel foi feita com tecnologia 4G, superando os acessos na modalidade de assinatura da tecnologia 3G.

Também destaca como positivo que as maiores conexões de internet resultaram em seu maior uso. De fato, o uso da internet aumentou em 12,5% e a proporção de indivíduos que a utilizam chega a 58,1%, acima da média mundial, de 47,1%. Analisando com mais detalhes o uso que os usuários fazem com a internet, verifica-se que o uso mais frequente é em redes sociais, com um percentual de 75,4%, seguido do uso de mensagens eletrônicas e instantâneas, com 66,4%. Salienta-se ainda que, a cada dia, o pagamento de diversos serviços pela internet, como serviços públicos, taxas de inscrição, passagens aéreas e pagamento de serviços diferenciados, se torna mais válido.

#### 3.2.2.1.3. Camada 3 - produtores de conteúdo e aplicativos

A Colômbia, de acordo com as informações de TecnoLatinas Report 2017, tem nove empresas dedicadas à produção de conteúdo e *apps*, que têm um valor de mercado distribuído da seguinte forma: seis com valor entre US\$25 – US\$50 milhões, dois com valor de US\$50 – US\$100 milhões e uma entre US\$100 – US\$500 milhões, ou seja, 7,3% do total de empresas na região. Das nove, quatro têm alcance global, três, regionais e dois, locais.

#### 3.2.3. México

Por muitos anos, os mercados de telecomunicações e de radiodifusão no México estavam estagnados, a regulamentação não promoveu a entrada de novos atores nem a implementação de melhores tecnologias. Nesse contexto, houve altos níveis de preços, oferta reduzida, baixa penetração de serviços, baixa qualidade e baixos níveis de investimento.

Após a publicação do estudo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) de 2012, as reformas constitucionais e legislação secundária, incluindo a Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR) e a Ley Federal de Competencia Económica (LFCE), mudaram estruturas legislativas e regulatórias. A reforma constitucional atribuiu à Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) a responsabilidade de formular políticas de telecomunicações e radiodifusão no México. Também era muito importante que esses serviços fossem declarados como um direito fundamental para a população mexicana e que a promoção da competição se tornasse uma das prioridades da agenda de reformas. Como resultado, a reforma constitucional deu à SCT a responsabilidade de estabelecer as políticas para alcançar esses objetivos e formular uma série de projetos estratégicos.

Além disso, foram criadas duas agências autônomas: o Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) e a Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE). A SCT lançou várias ações e programas focados na transição para a televisão digital terrestre (TDT), um passo vital no caminho para um conjunto de medidas adicionais necessárias para abordar os objetivos de política pública. Todas essas mudanças levam à questão de como os mercados atuaram dentro do novo marco institucional.

Um amplo conjunto de indicadores pode ser examinado para avaliar o progresso no cumprimento dos objetivos de política pública no México. Embora os índices que compõem diversos indicadores para realizar comparações entre países possam ser informativos, são utilizados indicadores bastante individuais para acompanhar medidas específicas de políticas públicas e regulação. Juntos, esses indicadores individuais podem ser usados para avaliar os resultados e destacar áreas que mereçam maior atenção. A evolução da renda do setor, o número de mexicanos que podem acessar os serviços, seu preço e qualidade, bem como a variedade de opções disponíveis aos consumidores para selecionar prestadores de serviços, são alguns exemplos de indicadores relevantes. Da mesma forma, os indicadores que medem os fatores capacitados do mercado, como a quantidade de espectro disponível para atender à demanda crescente ou a eficiência com que os consumidores podem mudar os prestadores de serviços, podem ajudar, como um todo, a avaliar o progresso no setor.

Um ponto de partida fundamental é o tamanho dos setores de telecomunicações e de radiodifusão em termos de receita e contribuição para o produto interno bruto (PIB). Desde a publicação do Estudo da OCDE em 2012 até o final de 2016, ambos os setores experimentaram um aumento em suas receitas, que passaram de 392 bilhões de pesos mexicanos em 2011 para 456 bilhões de pesos mexicanos em 2016, o equivalente a uma taxa de crescimento de 16% durante esse período. Embora essa alta taxa de crescimento possa ser explicada, em parte, pelo fato de os rendimentos de ambos os setores estarem abaixo da média da OCDE, ela representa, no entanto, um crescimento notável em um período relativamente curto.

Por outro lado, a participação do setor telecomunicações do PIB no México atingiu seu nível máximo em 2009, com 2,5, e em 2017 foi reduzida para 1,61 pontos (Gráfico 21). Comparativamente com Brasil e Colômbia como participação no produto total, o México tem as menores taxas. No entanto, o peso relativo de outros setores industriais é mais relevante, como fabricação de veículos, petroquímica e setor agroindustrial. Mas isso não diminui a importância para a representatividade do setor de telecomunicações na economia em geral, considerando-se que o México é o local de empresas maquiladoras de produtores de equipamentos eletrônicos e de informática de empresas norte-americanas ou asiáticas.

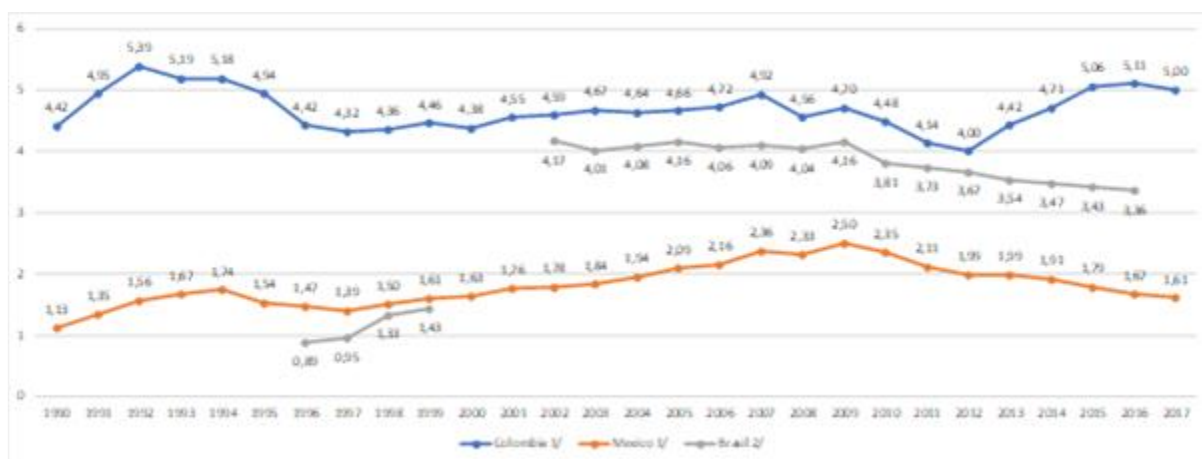
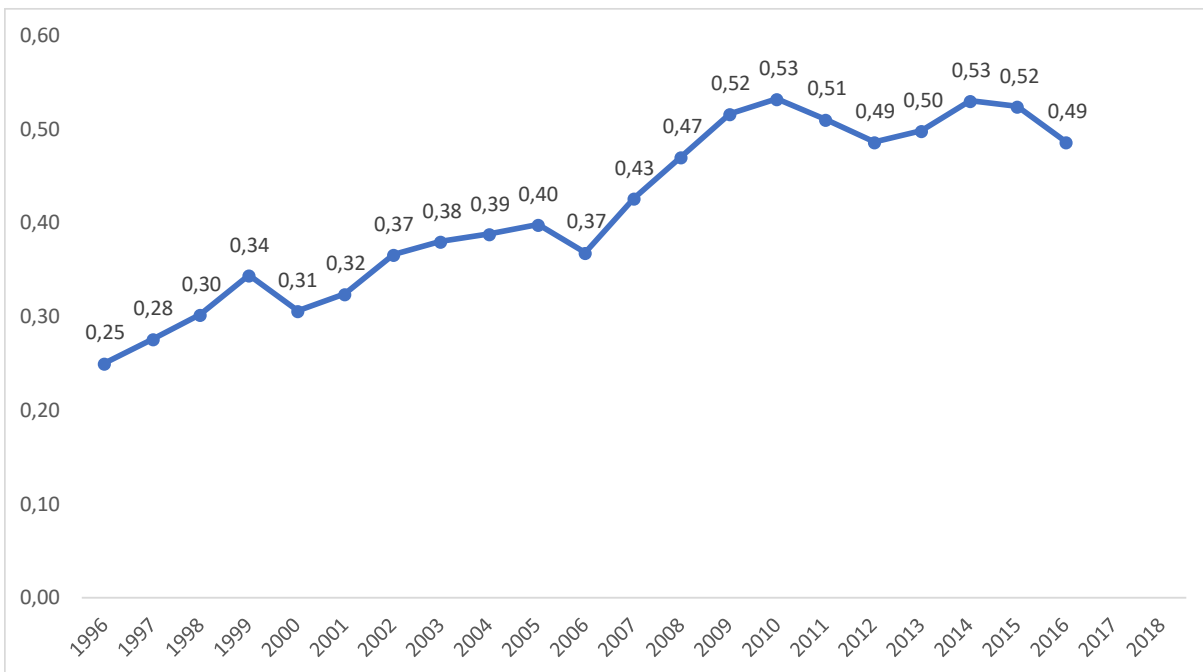


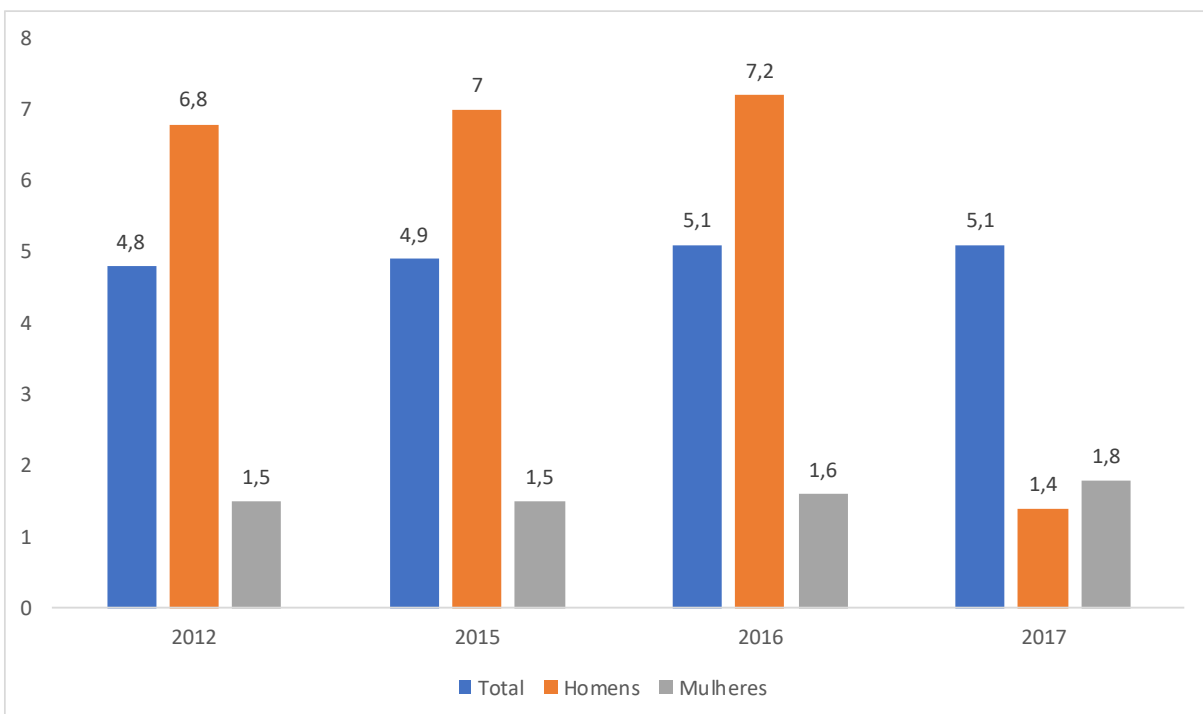
Gráfico 21 - Participação no produto interno bruto anual (PIB) Correio e telecomunicações (Percentual) - México

Fonte: 1/ CEPAL - CEPALSTAT, Participación en el producto interno bruto (PIB) anual por actividad económica a precios corrientes, 2017. 2/ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Tecnología da Informação (INEGI), 2018

As despesas de pesquisa e desenvolvimento cresceram nos últimos 15 anos, mas desaceleraram desde 2015. A dinâmica da economia mexicana nos últimos anos não foi a melhor, o que afetou os gastos nesse setor (Gráfico 22).



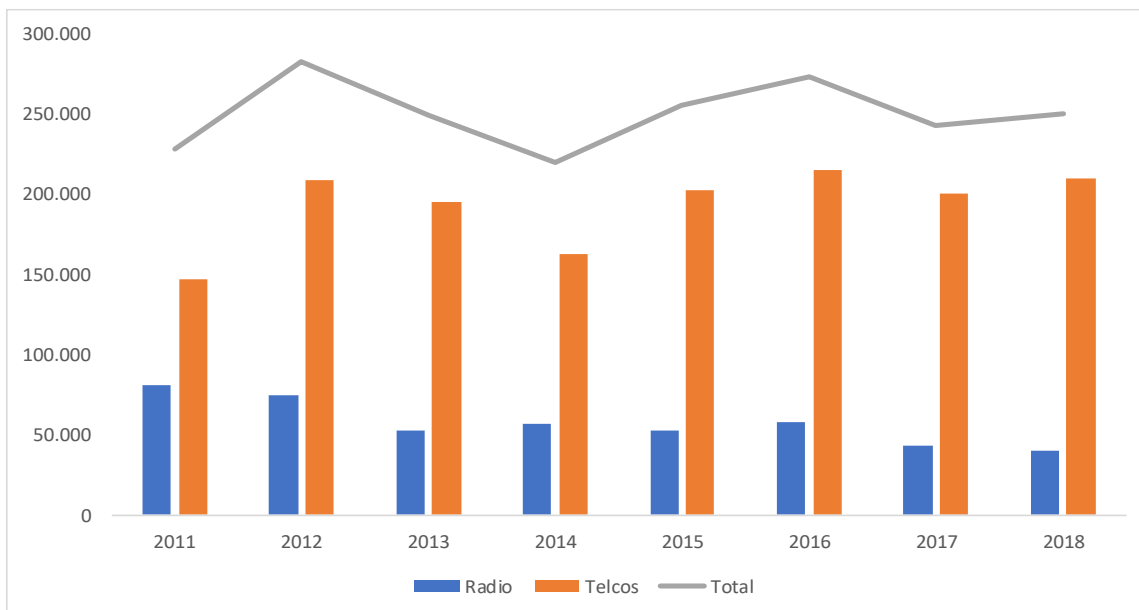
**Gráfico 22 - Despesas de pesquisa e desenvolvimento (% do PIB)**  
**Fonte: Banco Mundial, 2018**



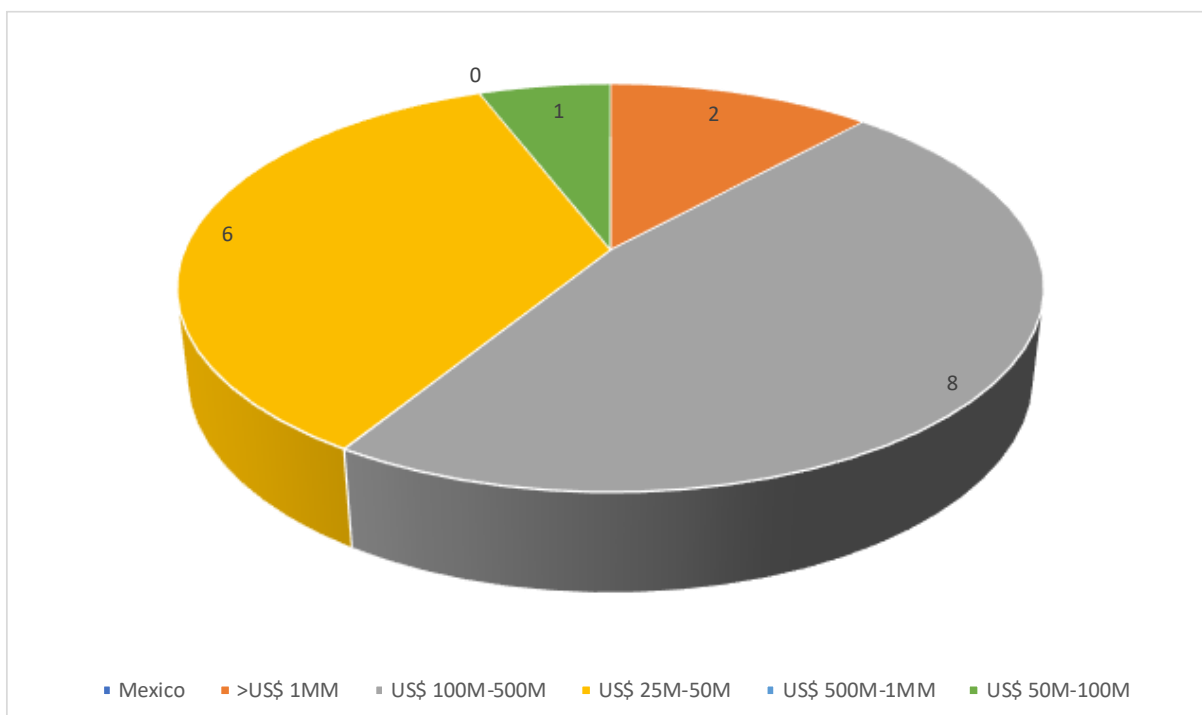
**Gráfico 23 - % de empregados nacionais no setor de Transportes e comunicações por gênero**  
**Fonte: OIT, 2018**

Na geração de emprego nacional o setor não é o melhor, de representar 7,2% dos empregos no país em 2016 para 1,4% em 2017 (Gráfico 23). O deslocamento da produção para nações como a China afetou consideravelmente esse cenário. Por outro lado, a maior contribuição do emprego masculino no setor em relação ao setor

feminino é evidente. Mais detalhadamente, as telecomunicações, comparadas à radiodifusão, passaram de 65% do emprego do setor em 2011 para 84% em 2018 (Gráfico 24).



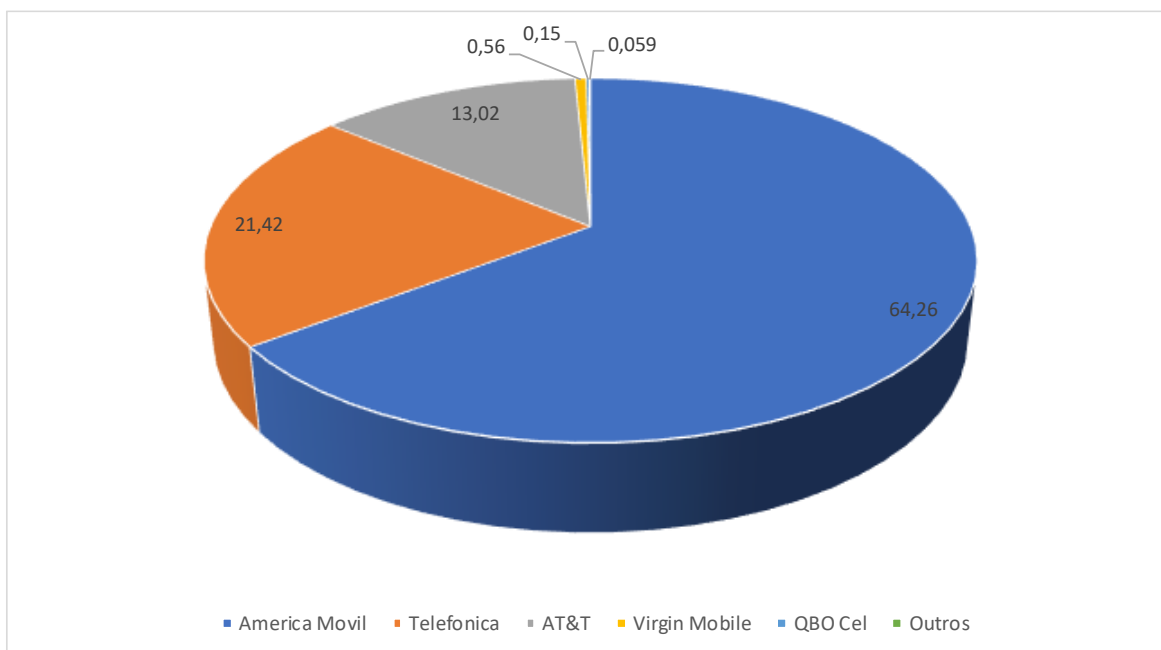
**Gráfico 24 - Emprego nos setores das telecomunicações e da radiodifusão**  
**Fonte: Instituto Federal de Telecomunicaciones, 2019**



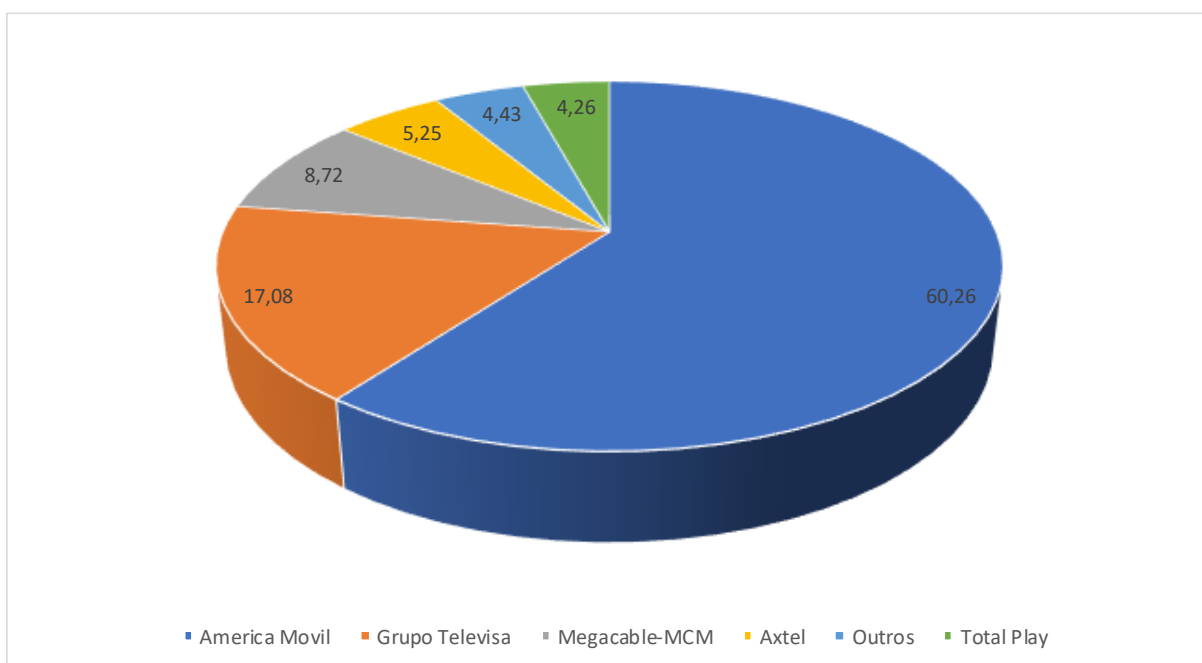
**Gráfico 25 - Tecnolatinas Report - México, avaliação de mercado em milhões de dólares**  
**Fonte: Surfing Tsunamis e NXTP Labs, 2017**

Segundo o TecnoLatinas Report 2017, o México contribui com, aproximadamente, 14% das empresas de base tecnológica da região, num total de 17

(Gráfico 25). Apesar de sua proximidade com a economia norte-americana e canadense, seria de se esperar que o número de empresas tecnológicas fosse maior. Uma possível explicação seria que o México reúne melhores condições para a fabricação de equipamentos e insumos usados no setor, em vez de criar suas próprias empresas de base tecnológica. No entanto, os argumentos podem mudar a partir da abordagem usada.



**Gráfico 26 - Participação de mercado do serviço de telefonia móvel**  
**Fonte: Regulatel, 2017**



**Gráfico 27 Quota de mercado do serviço de telefonia fixa**  
**Fonte: Regulatel, 2017**

A composição do mercado de telecomunicações fixas e móveis (Gráficos 26 e 27) apresenta um operador dominante óbvio e, neste caso, uma empresa local, a América Móvil. Na telefonia móvel, tem 64% do mercado e 60% na linha fixa, o que faz da América Móvil uma determinadora de telecomunicações naquele país. Os argumentos para explicar essa situação passam por uma regulação fraca do mercado até o desejo de beneficiar diretamente a empresa mexicana.

### 3.2.3.1. Evolução dos atores no México de acordo com as camadas de Fransman

Para análise da evolução do número de atores de acordo com o tamanho da empresa foi preciso contar com as seguintes informações: número de empresas do ecossistema ICT no México para as camadas 1, 2 e 3, número de empresas ICT com mais de 50 empregados, também por camada, e crescimento da produção ou valor do mercado. Todas as estatísticas para o período de 2008 a 2017, segundo a disponibilidade e atualização dos dados.

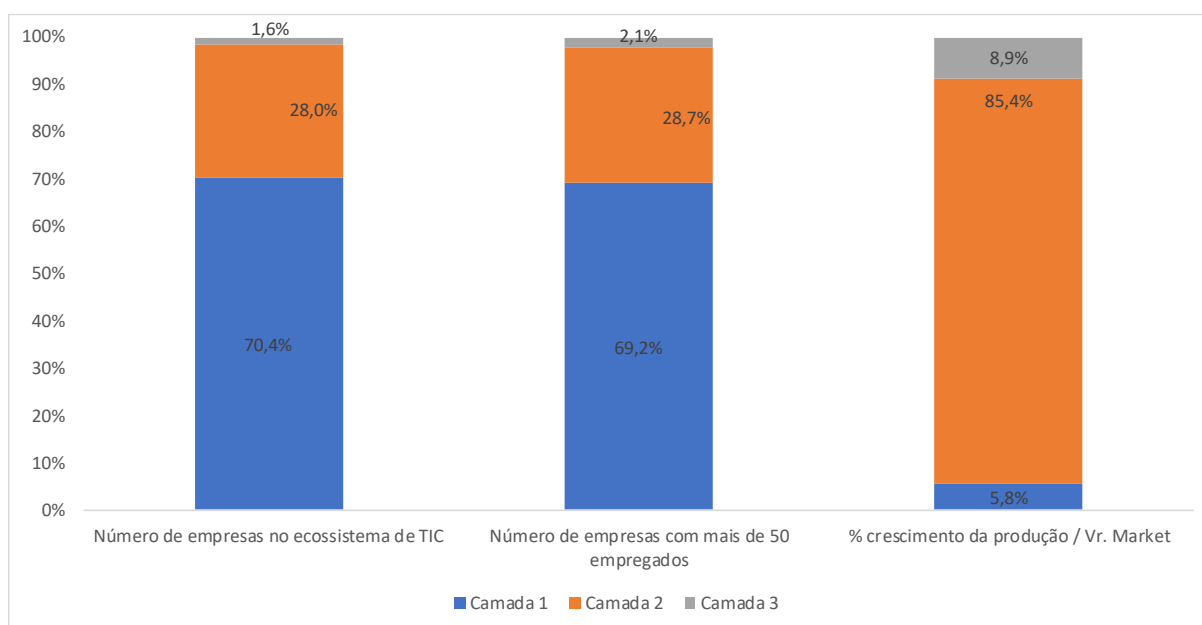
**Quadro 13 - Número de atores Ecossistema ICT México**

	Número de empresas no ecossistema de TIC	Número de empresas com mais de 50 empregados	% crescimento da produção / Vr. Market
Camada 1	745	557	1,3
Camada 2	296	231	19,26
Camada 3	17	17	2,0

**Fonte: IBGE, 2018; Regulatel, IFT, 2019; Tecnolatinas Report, 2017; The Competitive Intelligence Unit, 2018**

Segundo as informações coletadas, as empresas da camada 1 (produtores de equipamentos de rede) são 745 unidades e as operadoras de rede com 296, camada 2. Finalmente, as empresas de conteúdo e aplicação com 17, para um total de 1058 empresas do ecossistema. Após a depuração, empresas com mais de 50 funcionários, os números são ajustados para 557 e 231, nas camadas 1 e 2, respectivamente. Na camada 3, sem estudos mais detalhados ou estatísticas, o número de empresas era o mesmo. Tais informações podem ser obtidas no Quadro 13.

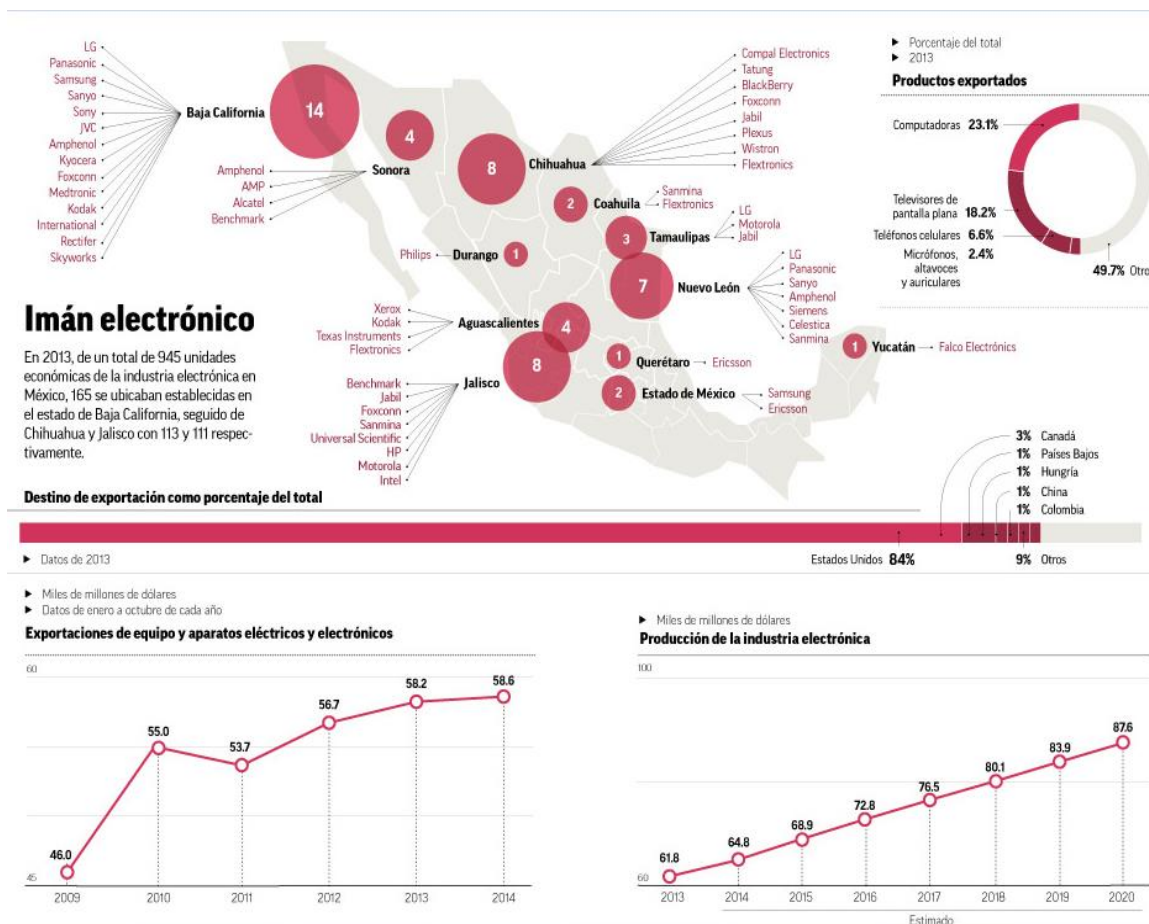
A quota de mercado no ecossistema ICT no México é apresentada no Gráfico 23. A camada 1 é a maior em termos de número de empresas, seguida pelas camadas 2 e 3. Em termos de crescimento / valor de mercado, a análise da participação, a camada 2, tem maior percentagem, com 85,4% do valor, seguido da camada 3 (8.9%) e camada 1 (5,8%). No que se refere ao número de empresas no ecossistema, a camada 1 conserva sua participação em comparação com as camadas 2 e 3 (Gráfico 28).



**Gráfico 28 - A importância relativa das diferentes camadas no México**  
**Fonte: Cálculos do autor com base em banco de dados do INEGI, 2018; Regulatel, 2017; IFT, 2018; Tecnolatinas Report, 2017; The Competitive Intelligence Unit, 2018**

### 3.2.3.1.1. Camada 1 - fornecedores de elementos de rede

O México tem relevância na produção de eletrônicos em todo o mundo e atrai mais investimentos de empresas de tecnologia para o país à medida que cresce o consumo de dispositivos tecnológicos, como telas, telefones celulares e computadores, empresas de manufatura. A Proméxico tem localizado pelo menos 35 empresas de médio e grande portes, com unidades de produção em território nacional, das quais 10 empresas se destacam, tendo em vista seus investimentos e número de fábricas, líderes dentro do setor. Essas empresas são: Foxconn, LG, Samsung, BlackBerry, Flextronics, Intel, HP, Panasonic, Ericsson e Motorola (Gráfico 29).



**Gráfico 29 - A indústria eletrônica no México**  
**Fonte: INEGI, 2018; Proméxico, 2018**

### 3.2.3.1.2. Camada 2 – operadores de rede

A composição do setor de telecomunicações mudou nos últimos cinco anos, especialmente no mercado de comunicações móveis, com a entrada da AT&T e diversas operadoras virtuais móveis oferecendo serviços de telefonia móvel e banda larga. Espera-se que assim que o Compartida Vermelho entrar em operação, o número e os tipos de operadores móveis virtuais aumentem e abranjam áreas como as comunicações M2M e a Internet das Coisas (Internet of Things, IoT).

Outra mudança importante no mercado de telefonia móvel é a entrada de operadoras móveis virtuais nos últimos anos. Grandes participantes incluem Flash Mobile, Maz Time, Qbo Cel, True (Teligentia), Virgin Mobile e Weex, que operam usando o Rede Movistar da Telefónica. A Maxcom e a Megatel entraram recentemente

no mercado e usam a rede da Telcel. A entrada de operadoras de telefonia móvel virtual não só permite uma maior concorrência e oferece aos clientes mais opções, mas também representa uma oportunidade de inovação nos planos de serviços. A Weex, por exemplo, oferece aos clientes pré-pagos a possibilidade de criar, de maneira flexível, seus próprios "planos", de acordo com o quanto estão dispostos a gastar. Esses tipos de opções podem ser extremamente úteis para usuários de baixa renda. Essas mudanças, juntamente com preços mais baixos e novos serviços, como pagamentos móveis, são fundamentais para alcançar o objetivo de aumentar o acesso e o uso de serviços de comunicação como uma ferramenta para lidar com as desigualdades.

#### 3.2.3.1.3. Camada 3 - produtores de conteúdo e aplicativos

O México, de acordo com as informações de TecnoLatinas Report 2017, tem 17 empresas dedicadas à produção de conteúdo e *apps* que têm um valor de mercado assim: seis com valor entre US\$25 – US\$50 milhões, uma com valor de US\$50 – US\$100 milhões e oito entre US\$100 – US\$500 milhões e é dos poucos países na região que tem duas empresas “unicórnio” com valor maior US\$ 1.000 milhão. Das 17, quatro têm alcance global, cinco regionais e oito locais.

#### 3.2.4. Discussão

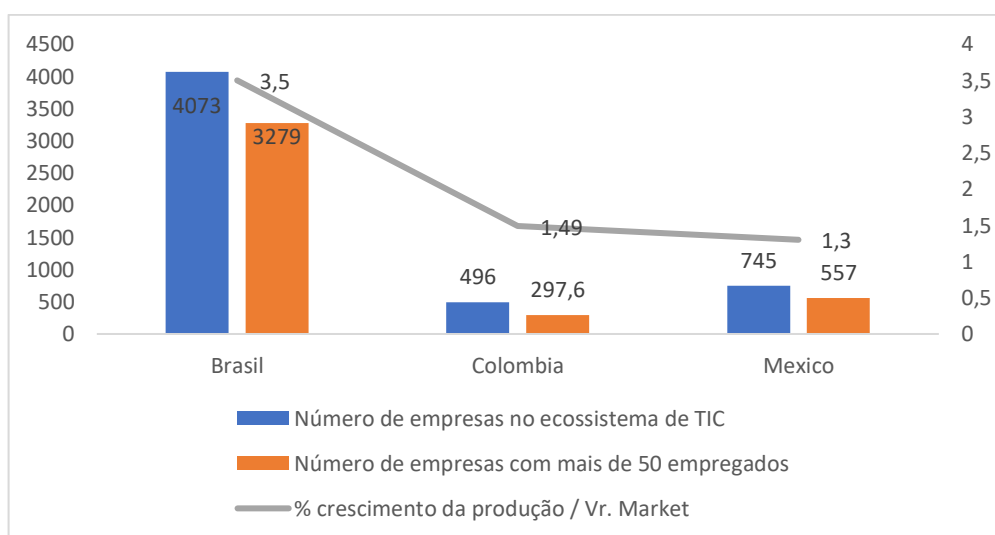
Uma análise do setor das TICs no Brasil, Colômbia e México mostra que o setor sofreu um crescimento acentuado e, conseqüentemente, é um componente essencial da economia dos três países. A aplicação do modelo de Fransman (2010a) ao ecossistema ICT permitiu identificar muitos atores: 5938 para o Brasil, 622 para a Colômbia e 1058 para o México.

Também permitiu identificar que a maior parte do valor de mercado é gerada, comparativamente, com os três países, da seguinte forma: nas camadas 1 e 2, o Brasil representa 3,5% e 39,11% (Gráficos 30 e 31), respectivamente. Na camada 3, a Colômbia apresenta 5,3% (Gráfico 32). Os resultados são relevantes para compreender a dinâmica dos fluxos de inversão no setor de telecomunicações e, especificamente, onde localizar as empresas com maiores retornos de investimento.

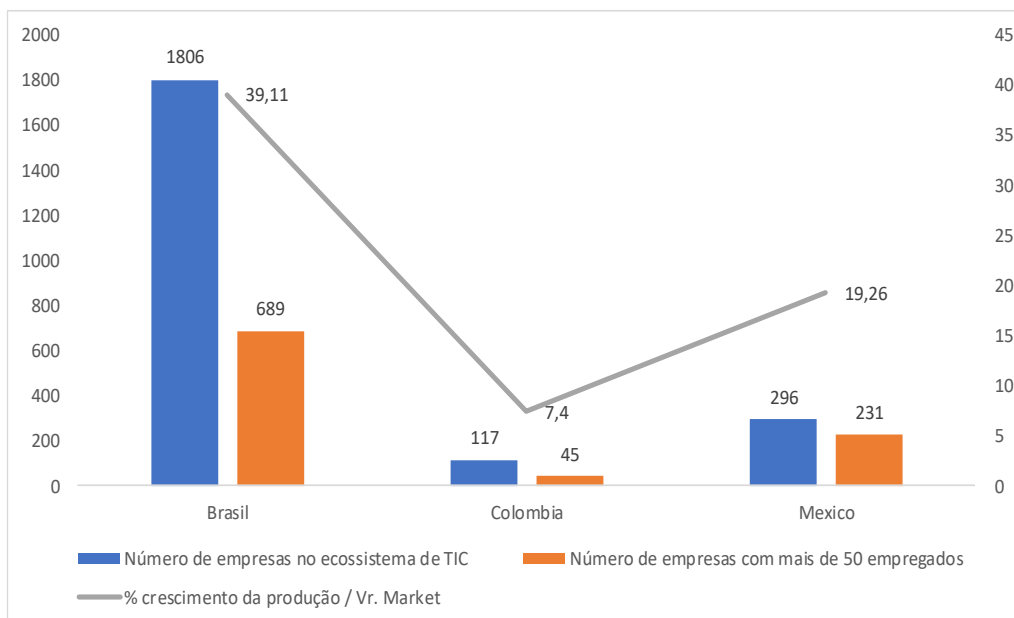
Ademais, identifica, na camada 3, a especialização em aplicações, *software* e serviços e são, principalmente, pequenas empresas. É necessário notar que grandes empresas de TIC em todo o mundo (por exemplo, Amazon, PayPal, iTunes, eBay) também pertencem a essa camada. A orientação financeira da economia do país influencia a evolução do setor de TIC em geral e, em particular, da camada 3. A alta demanda de serviços de TI garantidos de alta qualidade do setor financeiro estimula o desenvolvimento de novos serviços e produtos destinados a apoiar o setor. Como consequência, as tecnologias financeiras (FinTech), de consumo e entretenimento vêm crescendo rapidamente nos últimos anos, nos três países analisados.

A camada 2 (operadores de rede) é a menor parte do ecossistema de TIC em termos do número de atores; no entanto, sua contribuição para a economia dos países é alta. A principal contribuição para esta camada é outorgada pelos operadores de telecomunicações, bem como pelas operadoras de redes móveis.

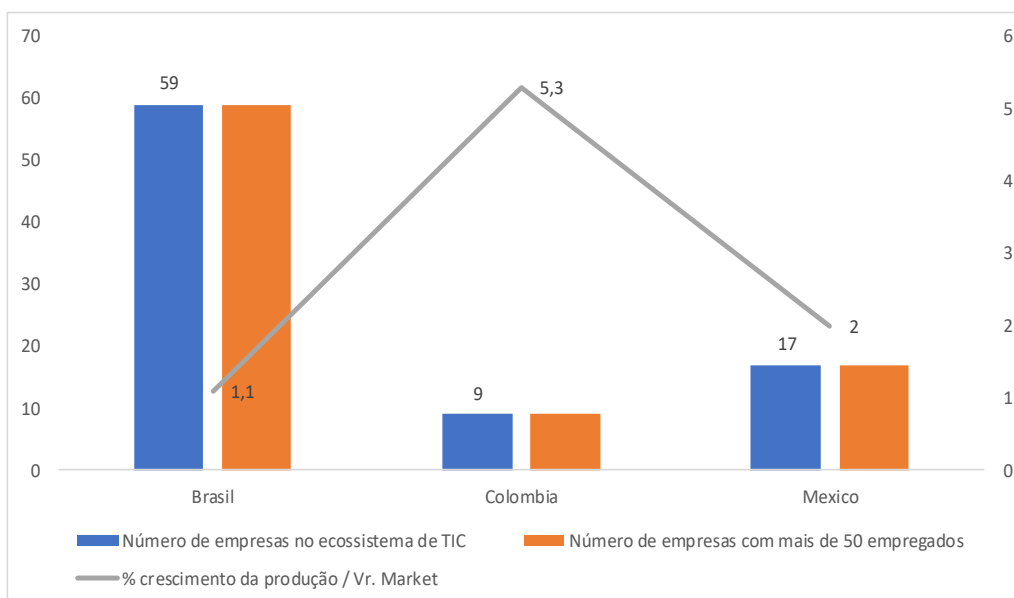
A camada 1 (provedores de elemento de rede) tem a menor contribuição para o valor de mercado. Existem algumas pequenas empresas (no caso da Colômbia) e medianas (para o Brasil e México) de manufatura e essa camada é dominada por representações de vendas de fabricantes de equipamentos de TIC. No México, a realidade é outra. Pela proximidade às economias dos Estados Unidos e Canadá, tornou-se em um país desejado por sua baixa estrutura de custos laborais para deslocar empresas de manufatura eletrônica da Ásia e América do Norte.



**Gráfico 30 - Análise comparativa Camada 1**  
**Fonte: cálculos do autor**



**Gráfico 31 Análise comparativa Camada 2**  
**Fonte: cálculos do autor**



**Gráfico 32 - Análise comparativa Camada 3**  
**Fonte: cálculos do autor**

Como mostrado nos Gráficos 30 a 32, o modelo de Fransman (2010a) ajuda a examinar como o setor está estruturado, identificar atores-chave e investigar seus papéis, inter-relações e contribuição para o ecossistema de TIC. Os principais atores do setor podem ser prontamente identificados e mapeados, de acordo com o modelo de Fransman (2010a). É necessário notar, no entanto, que o modelo é estático, enquanto os ecossistemas são dinâmicos. Além disso, as distinções analíticas das

camadas de Fransman não são necessariamente apropriadas para todos os atores de TIC. Portanto, qualquer aplicação do modelo só pode apresentar uma foto em um momento específico no tempo.

Além disso, e talvez mais importante, o modelo de Fransman (2010a) não reconhece completamente o papel e a importância de instituições ou organizações que não pertencem às quatro camadas principais, mas que, apesar disso, afetam e interagem com o ecossistema. Nesse sentido, propõe-se estender o modelo, a fim de incluí-los – em particular partes interessadas externas – como administrações, instituições, reguladores, organizações de P&D etc.

Focando nas “relações simbióticas” acima mencionadas dentro do ecossistema, identificam-se as partes interessadas no nível político e do governo que moldam o ambiente regulatório e político para as TICs e que serão analisados na próxima seção. Da mesma forma, o escopo da análise também deve ser estendido às diferentes agências e instituições estatais que concedem apoio ao setor de TIC em termos de financiamento público, conscientização e treinamento.

### 3.3. O ecossistema do espectro radioelétrico

Em 2016, as tecnologias e serviços móveis geraram 5% do PIB na América Latina, uma contribuição que totalizou US\$ 260 bilhões em valor econômico agregado. No período até 2020, isso aumentará para US\$ 320 bilhões (5,6% do PIB), uma vez que a região experimenta um forte crescimento de produtividade resultante da adoção contínua da internet móvel (GSMA<sup>30</sup>, 2017).

O ecossistema móvel apoiou 1,7 milhões de empregos em 2016. Isso inclui os trabalhadores diretamente empregados pelas operadoras de telefonia móvel e pelo ecossistema e empregos que são indiretamente apoiados no resto da economia pela atividade gerada no referido setor. O setor também contribui, de maneira importante, para o financiamento do setor público, com quase US\$ 35 bilhões arrecadados em 2016 – principalmente na forma de tributação geral, incluindo Imposto sobre Valor Agregado (IVA), impostos corporativos e impostos sobre o emprego.

---

<sup>30</sup> A GSM Association é uma organização de operadoras móveis e empresas relacionadas, dedicada ao suporte, à padronização, à implementação e à promoção do sistema de telefonia móvel GSM.

A América Latina possui alguns dos usuários de internet móvel mais regulares do mundo. Três dos dez países pesquisados pela We Are Social / Hootsuite<sup>31</sup> no uso diário da internet móvel são latino-americanos, com o Brasil em segundo lugar. No geral, a América do Sul tem a segunda maior penetração de mídia social, enquanto a América Central é um pouco menor.

Combinado com a crescente adoção de *smartphones* e o uso de 4G da América Latina, o ecossistema móvel oferece uma plataforma grande e escalável para empreendedores e inovadores. Com quase 350 milhões de assinantes de internet móvel atualmente e 420 milhões até 2020, o mercado latino-americano é maior que os Estados Unidos e, em 2020, rivalizará com o tamanho da União Europeia.

Na América Latina, o ecossistema móvel continua a prosperar e experimenta uma inovação rápida, impulsionada pelo crescimento de novas tecnologias, serviços e casos de uso. As operadoras de telefonia móvel da região estão contribuindo significativamente para o mercado de Internet das Coisas (IoT), implementando a infraestrutura necessária para aproveitar a IoT. Em geral, espera-se que o número de conexões IoT na região triplique e alcance 1.300 milhões entre o final de 2024 e 2025. Muitas operadoras, como as do México, estão indo além da conectividade para se tornarem provedores líderes no final da IoT, em uma tentativa de explorar novas fontes de receita.

Ao mesmo tempo, a disponibilidade generalizada e a crescente adoção de serviços móveis na América Latina também levaram a uma mudança de paradigma na criação, distribuição e consumo de conteúdo na região. Tendo em vista a crescente concorrência dos provedores de serviços OTT em todo o mundo, as principais operadoras e provedores de televisão paga da América Latina redobram seus investimentos em capacidade de distribuição, serviços sob demanda e várias formas de conteúdo, incluindo a série original em espanhol e português.

Enquanto o apetite por conteúdo original e exclusivo continua a aumentar, a corrida pelo conteúdo original não é viável para todos os jogadores de longo prazo. Portanto, o licenciamento e agregação de conteúdo continuarão sendo o modelo mais comum para as principais empresas da região.

---

<sup>31</sup> Disponível em: <<https://digitalreport.wearesocial.com/>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

Por tudo isso, surge a necessidade de fazer uma análise da composição do ecossistema do espectro já constituído, seus principais atores ou participantes, o papel que desempenham, as contribuições que eles geram para a economia e para a sociedade. Também determinar quais são os desafios que se enfrenta contra os cenários atuais, a convergência e a economia digital.

### 3.3.1. Os atores do ecossistema

De acordo com o mapeamento realizado na seção “O novo ecossistema das TIC”, é possível realizar a análise para o espectro radioelétrico e o ecossistema móvel. O mapeamento será feito para os mesmos três países, ou seja, Brasil, Colômbia e México, e, assim, fazer uma comparação e compreender a situação e o nível de complexidade para os três casos.

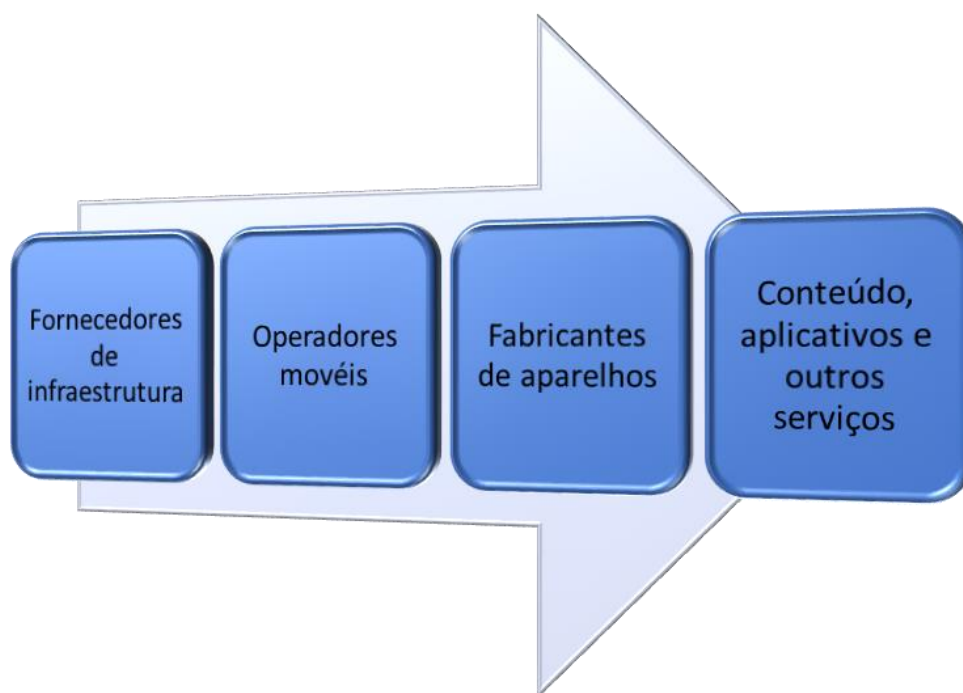
A identificação estabelece os seguintes atores do ecossistema do espectro radioelétrico (Gráfico 33):

- Os fornecedores de infraestrutura: São as empresas que possuem as torres de comunicação que transmitem as radiofrequências de todo tipo através do espectro radioelétrico nas diferentes bandas (TV, enlaces de rádio, telefonia móvel, telefonia fixa, comunicações militares, aeronavegação, rádio pública, privada e comunitária.
- Operadores móveis: Um operador móvel ou provedor *wireless* é uma empresa de telefonia que disponibiliza serviços que utilizam o espectro radioelétrico para usuários de telefones celulares, comunicações entre máquinas, transmissão de dados, vídeo e imagens. Ademais, uma operadora de rede sem fio virtual, operadora de telefonia móvel virtual ou OMV (em inglês: Mobile Virtual Network Operator ou MVNO) é uma empresa de telefonia móvel que não possui uma concessão de espectro de frequência e, portanto, não possui sua própria rede de rádio. Para vender serviços, procura-se usar a cobertura de rede de outra empresa (ou empresas) com sua própria rede (um Operador Móvel com Rede ou OMR) com aquele(s) que precisa(m) assinar um contrato.
- Fabricantes de aparelhos: São compostos de dois grupos:

Equipamento de transmissão: linhas de transmissão, fibras ópticas, antenas de telefonia móvel, unidades de transmissão/recepção e de processamento de sinais, estações rádio-base, multiplexadores, decodificadores de sinal, moduladores de sinal e satélite de comunicações.

Equipamentos para clientes: *Switches*, *modems* sem fio, telefones celulares, roteadores sem fio, relógios inteligentes, *tablets*, sensores, robôs e máquinas.

- Conteúdo, aplicativos e outros serviços: Um aplicativo, ou aplicativo móvel, é um aplicativo de computador projetado para ser executado em *smartphones*, *tablets* e outros dispositivos móveis. As aplicações permitem ao usuário realizar um conjunto de tarefas de qualquer tipo – profissional, lazer, educacional, acesso a serviços etc. –, facilitando o gerenciamento ou atividades. Os conteúdos são as informações em texto, fotos, imagens e vídeos que se disseminam por meio das aplicações. Existem diferentes tipos de aplicativos e conteúdo, que atuam de forma unidirecional, bidirecional ou progressiva (em seu acrônimo em inglês PWA, Progressive Web App).



**Gráfico 33 - Atores do ecossistema do espectro radioelétrico**  
**Fonte: Desenho do autor segundo as informações do mapeamento do ecossistema TIC**

Apresenta-se, nos Gráficos 34, 35 e 36 os ecossistemas do espectro, de acordo com a identificação dos atores:

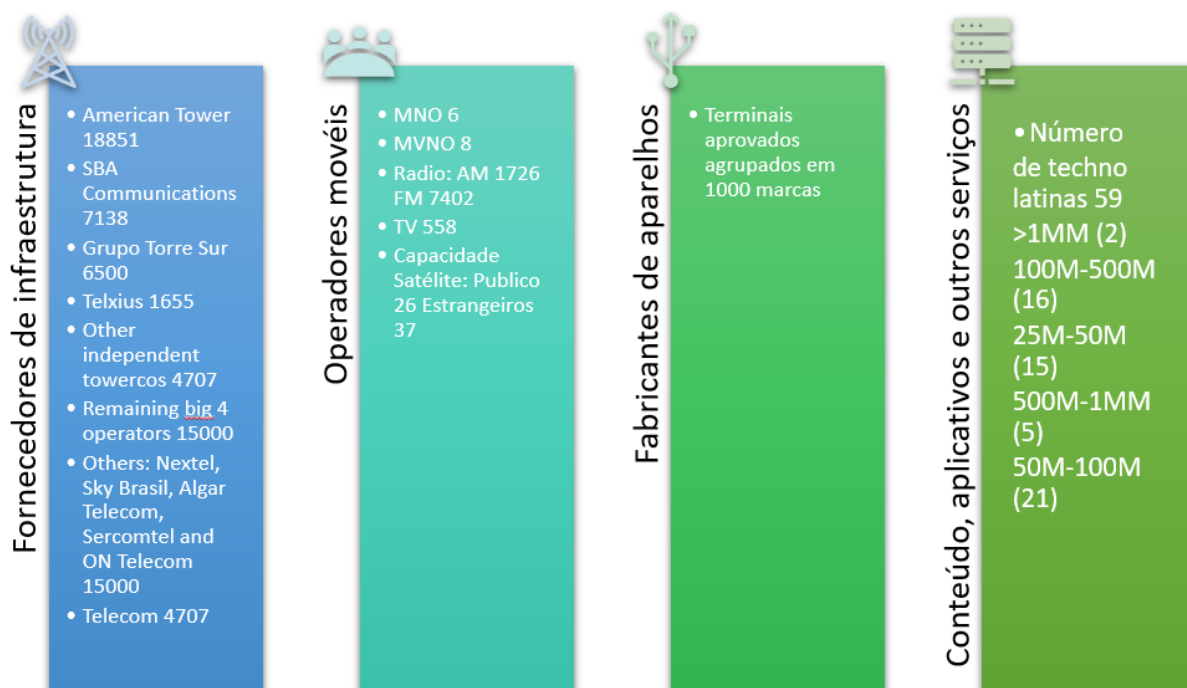


Gráfico 34 - Atores do ecossistema do espectro no Brasil

Fonte: TowerXchange, 2018; Inside Tower, 2018; Anatel, 2018; Telebrasil, 2018; BlueNote Management Consulting, 2016; Regulatel, 2017; Tecnolatinas Report, 2017

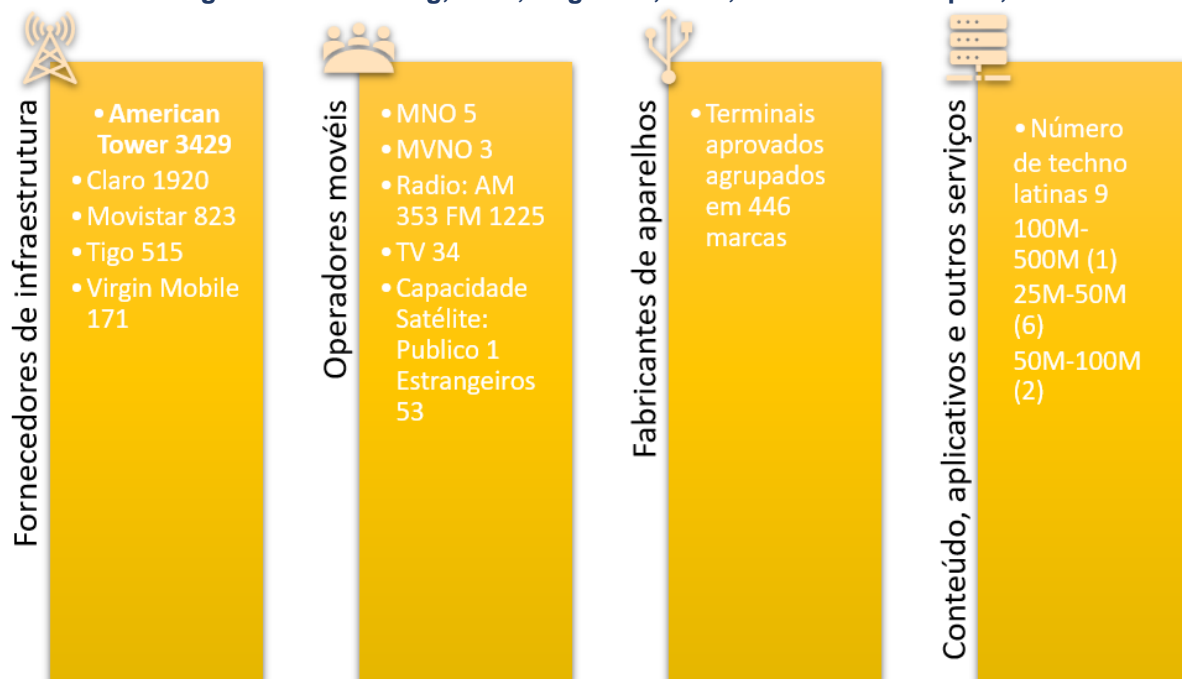


Gráfico 35 - Atores do ecossistema do espectro na Colômbia

Fonte: TowerXchange, 2018; Inside Tower, 2018; CRC, 2016; BlueNote Management Consulting 2016, Regulatel e Tecnolatinas Report 2017

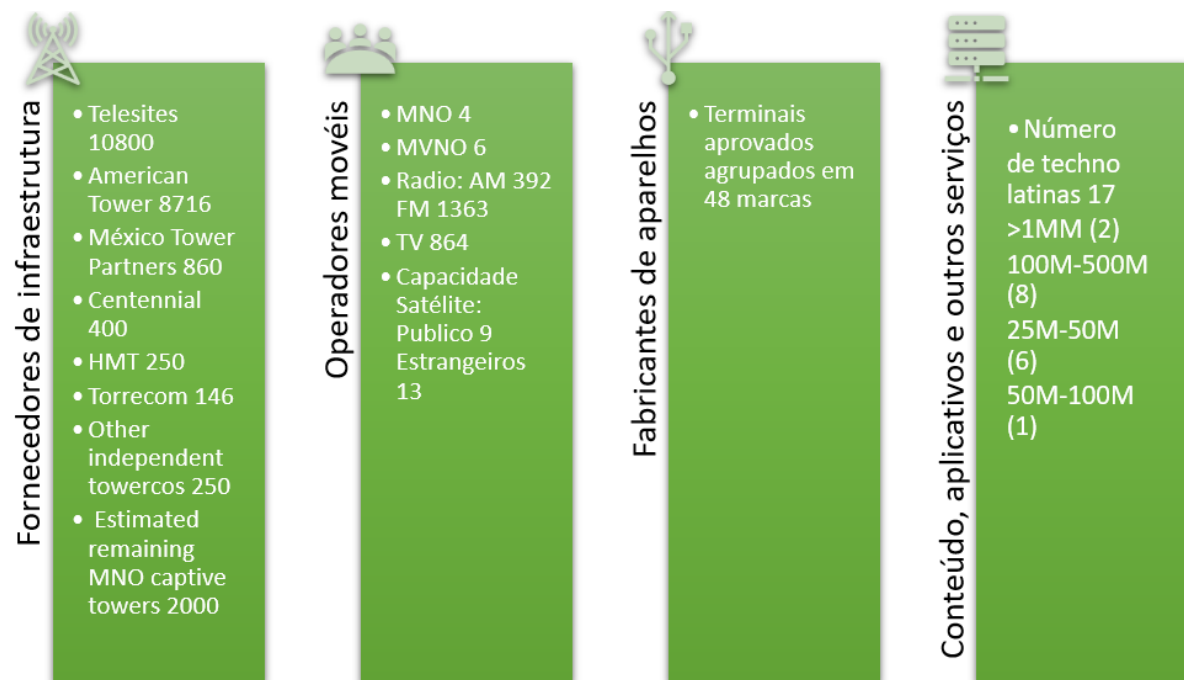


Gráfico 36 - Atores do ecossistema do espectro no México

Fonte: TowerXchange, 2018; Inside Tower, 2018; IFT, 2018; BlueNote Management Consulting 2016, Regulatel e Tecnolatinas Report 2017

As diferenças entre os países se obedecem principalmente aos seguintes fatores:

- O tamanho do território e da infraestrutura: Brasil e México, devido à sua extensão, exigem um maior número de torres e infraestrutura para atender a toda a população. No entanto, o número atual não é suficiente para atender a cobertura e atender à crescente demanda por serviços móveis, em todas as suas modalidades, nos próximos 10 anos; isto para os três países analisados. Outra situação relevante nas infraestruturas é a disponibilidade de espectro radioelétrico para a transmissão e o trânsito da quantidade de informação e dados. O aumento da disponibilidade de infraestrutura e espectro precisa ser promovido e regulado pelas instituições públicas correspondentes.
- O número de operadores num mercado, neste caso, as telecomunicações e as TIC, revela o nível de concorrência e concentração que o setor possui. A ausência de qualquer um deles envolve sérios problemas de preço, barreiras à entrada de novos concorrentes e desenvolvimento de ecossistemas. Para evitar situações que degradam o bem-estar dos

consumidores e restringem o acesso dos serviços de TIC aos grupos populacionais mais desfavorecidos, as instituições públicas precisam regular o comportamento dos operadores e atualizar o modelo de gestão e administração do ecossistema.

- Com o rápido avanço tecnológico do setor de TIC, equipamentos e dispositivos de acesso são essenciais. Portanto, ter um maior número de equipamentos aprovados por órgãos reguladores públicos permite uma oferta maior com diferentes níveis de preços. Isso faz com que cada faixa de população e de negócios tenham alternativas para acessar os dispositivos mais adequados às suas necessidades.
- As iniciativas de empreendedorismo tecnológico na região carecem, em seus estágios iniciais, do acompanhamento de uma estrutura econômica e social formal, dificultando o avanço em sua disseminação e uso, como atender necessidades mais próximas do ambiente regional. Há uma concentração de aplicações e conteúdo para temas de consumo, entretenimento e prazer que tratam de questões de maior impacto, como sustentabilidade ambiental e agrícola, educação, transformação social, controle político, proteção dos direitos humanos etc.

### 3.3.2. Instituições responsáveis pelo ecossistema

O desenvolvimento da economia digital global abriu caminho à interação do setor de TIC para gerar diversos ecossistemas com diferentes tipos de relacionamentos entre atores e cenários e no ecossistema do espectro não é diferente. Nas últimas duas décadas, a transformação digital tem reestruturado o setor e, portanto, o agir das instituições.

Os gráficos 37 a 39 identificam as instituições por país responsáveis pela geração de políticas públicas para a promoção, o controle e a regulação dos aspectos mais sensíveis dos ecossistemas TIC e do espectro radioelétrico: telecomunicações, radiodifusão, proteção ao consumidor, espectro e concorrência do mercado. Um fato a ser observado é que o México tem, por meio do IFT, o que mais se aproxima de um regulador convergente para o setor de TIC, pois participa das cinco funções regulatórias.

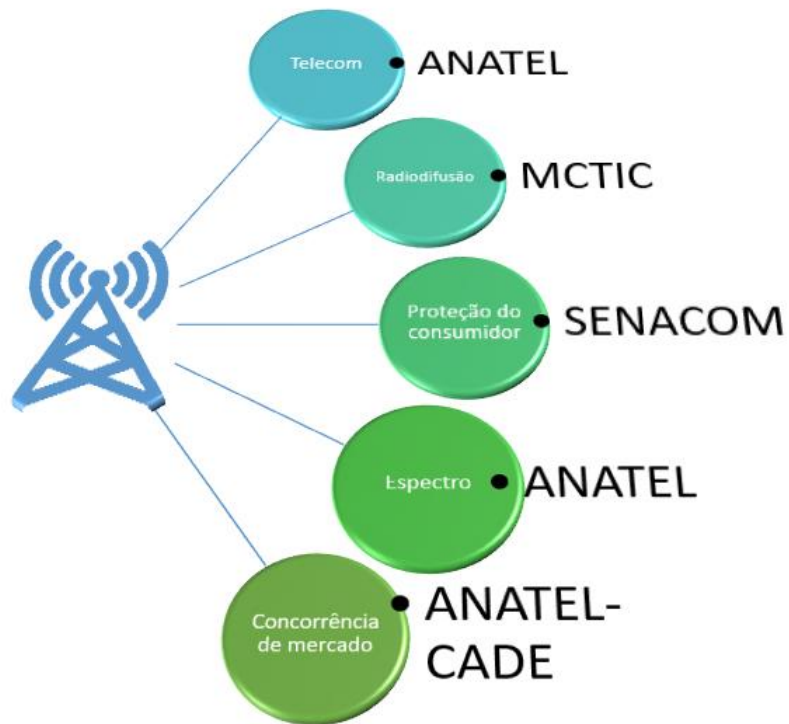


Gráfico 37 - Instituições responsáveis pelo ecossistema no Brasil  
 Fonte: OECD, 2017

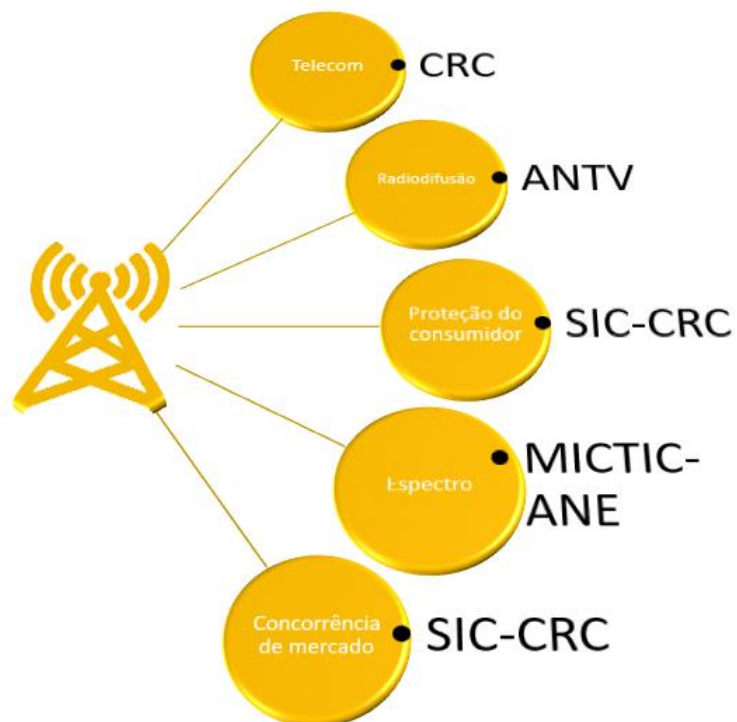
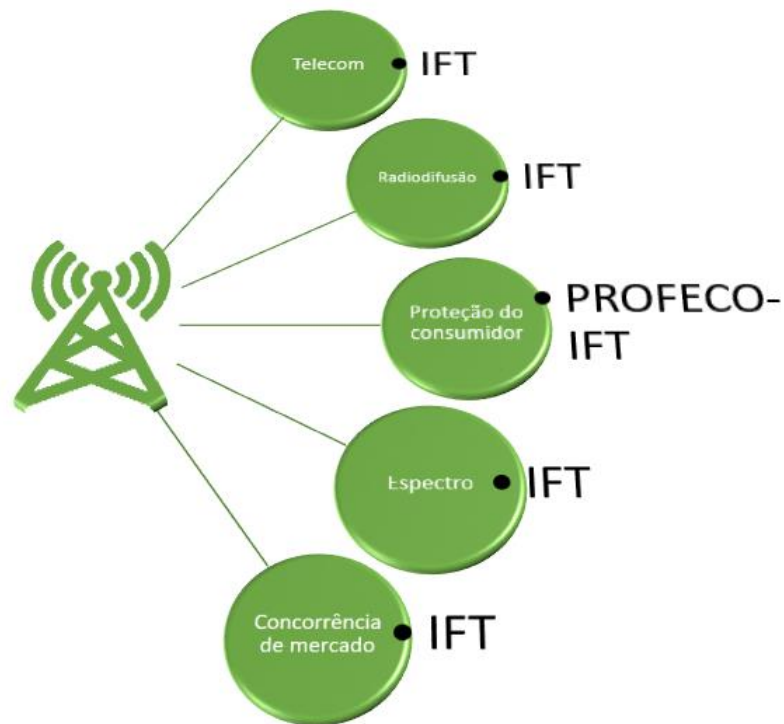


Gráfico 38 - Instituições responsáveis pelo ecossistema na Colômbia  
 Fonte: OECD, 2017



**Gráfico 39 - Instituições responsáveis pelo ecossistema no México**  
 Fonte: OECD, 2017

A interação do setor de TIC, e especificamente do ecossistema do espectro, para estimular o crescimento na economia digital, precisa ser entendida, razão pela qual é necessário rever e atualizar os marcos políticos, legais e regulatórios. É essencial ter uma compreensão clara das relações complexas entre políticas reguladoras e crescimento das TICs para medir tendências, encontrar soluções, fechar lacunas, promover e sancionar comportamentos.

A contribuição econômica do ecossistema do espectro na América Latina continuará crescendo em termos relativos e absolutos. Em termos de valor agregado, estima-se que o ecossistema gerará USD330.000 milhões para a economia da América Latina até 2022 (5,2% do PIB da região), um aumento de mais de USD280.000 milhões (5% do PIB) em 2017 (GSMA, 2018).

### 3.3.3. Os desafios do ecossistema do espectro

#### 3.3.3.1. O atual modelo de gestão do espectro

A regulação tradicional do espectro de rádio tem sua origem em dois fatos. O primeiro refere-se à consideração do espectro como um recurso escasso (ou pelo menos limitado), dado o estado da tecnologia. O segundo diz respeito à importância estratégica do espectro, tendo em vista sua utilidade para a prestação de serviços nas áreas de telecomunicações, segurança e defesa, transporte, radiodifusão, serviço público, pesquisa científica; todos eles essenciais para o funcionamento da economia e da sociedade.

No entanto, os modelos / mecanismos tradicionais de gestão compõem um modelo de gestão complexo e pouco flexível, que não se adapta bem às contínuas mudanças tecnológicas e reduz a eficiência técnica, econômica e social. Estas circunstâncias pressionam e questionam a validade dos mecanismos tradicionais e apontam para a necessidade de introduzir modificações nos vários modelos de planejamento e gestão do espectro que permitam sua maior agilidade e flexibilidade.

Neste contexto, é necessário que o modelo de gestão do espectro proposto seja apoiado por flexibilidade e eficiência, tendo em conta a dinâmica dos avanços tecnológicos e do setor. Portanto, é útil contrastar a pertinência dos modelos atuais de gestão, bem como fazer uma análise medindo as eficiências técnicas e econômicas para encontrar a única, ou a combinação daquelas que alcança os maiores benefícios. A Universidade da Coreia do Sul fez esta revisão em documento intitulado *A mixed spectrum management framework for the future Wireless service based on techno-economic analysis: the korean spectrum policy study* e os seus resultados e conclusões são apresentados a seguir.

**Quadro 14 - Comparações de diferentes abordagens de gestão do espectro**

	Command and control (reference)	Property rights allowing secondary trading	Spectrum sharing use	Unlicensed use
Spectrum efficiency	Low	High	Very high	Very high
Innovation	Low	High	Very high	Very high
Interference	Very low	Low	Can be high	Can be high
QoS guarantee	High	High	Low	Low
Management processing time	Very long	Short	Very short	Very short
Social cost <sup>a</sup>	High	Can be high	Low	Very low
Market competition	Low	High	High	Very high
Management	Easy	Normal	Difficult	Difficult
Degree of regulation	Very high	Low	Low	Very low

**Fonte: Hwang e Yoon, 2009**

Tomando como referência o modelo tradicional de comando e controle para fazer a análise comparativa da eficiência econômica e técnica frente aos modelos de

mercado, os resultados mostram as vantagens proporcionadas pelos modelos alternativos de gestão do espectro. A eficiência espectral, inovação e competição no modelo tradicional são as mais baixas, o que contrasta com a alta qualidade do serviço e, de fato, é a principal característica deste tipo de modelo (Quadro 14).

Por outro lado, os benefícios do modelo de mercado são superiores ao modelo de comando e controle, exceto no custo social, que, como indica o estudo, inclui os custos econômicos de entrada no mercado, custos de transação, custos administrativos e outros. Neste aspecto, a literatura revisada forneceu informações em que o mercado de espectro não altera significativamente essa estrutura de custos, isto porque, na fase de revisão e aprovação das operações do espectro, o regulador valida o possível envolvimento.

É necessário contextualizar que os demais modelos de gerenciamento de espectro, uso compartilhado e uso não licenciado proporcionam melhorias em aspectos-chave como eficiência espectral, inovação, processos administrativos e concorrência de mercado; porém, o custo associado é medido nas interferências e, portanto, na qualidade do serviço. No entanto, os avanços atuais em tecnologia e as medidas tomadas pelos mesmos reguladores para aproveitar, pelo menos parcialmente, essas alternativas de acesso e uso do espectro reduziram significativamente as chances de interferência. Nesse sentido, reguladores em países como Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos, Inglaterra e casos na União Europeia implementaram suas regulamentações para que os benefícios de cada um dos modelos alternativos comparados possam ser explorados. Isso significa que o modelo tradicional de comando e controle não é mais o denominador comum ou o padrão regulatório diante das mudanças e dinâmicas do setor e da evolução tecnológica.

Outro ponto de vista que ganha força na concepção de um modelo de gestão é o espectro livre, que tem como principal objetivo direcionar seus benefícios para situações que geram impacto social direto. Alega-se que a excessiva privatização do espectro por empresas privadas produz uma marginalização ou a criação de barreiras de acesso. O avanço tecnológico acompanha essa abordagem, pois tecnologias como o Dynamic Spectrum Access (DAS), rádio cognitivo ou definido por *software*, estão em processo de amadurecimento e evolução sem gerar interferência, principal razão para a privatização do espectro. Este movimento alega que o espectro não é apenas

um lugar privado com pagamento, mas poderia ser um espaço livre e de graça, obviamente acompanhado pelo respectivo regulamento técnico.

Então, o que pode ser interpretado a partir das experiências revisadas, das análises realizadas e das recomendações da UIT? Que o mercado tem um papel crucial na determinação da alocação e valor do espectro e que o modelo de gestão determina o grau de eficiência na gestão. Além disso, constata-se que não existe um modelo de gestão de 100% do espectro puro, isto é, que ferramentas/mecanismos de outros modelos de gestão são utilizados para regular situações específicas em maior ou menor grau.

Neste sentido, a combinação de modelos ou modelos híbridos de gestão do espectro é atualmente a mais utilizada para se adaptar a novos e futuros desafios, pelo que a flexibilidade na gestão do espectro é uma prioridade.

A ideia é que as autoridades regulatórias busquem eficiência técnica e econômica ao administrar o espectro. A eficiência técnica busca alcançar o uso otimizado do espectro, evitando interferências. Já a eficiência econômica garante que o espectro seja alocado e atribuído aos serviços e operadores que podem torná-lo mais lucrativo, ou seja, gerar um maior valor econômico. O aumento da demanda por espectro tornou esse recurso sujeito a grande pressão para que os critérios de eficiência econômica sejam impostos sobre os técnicos.

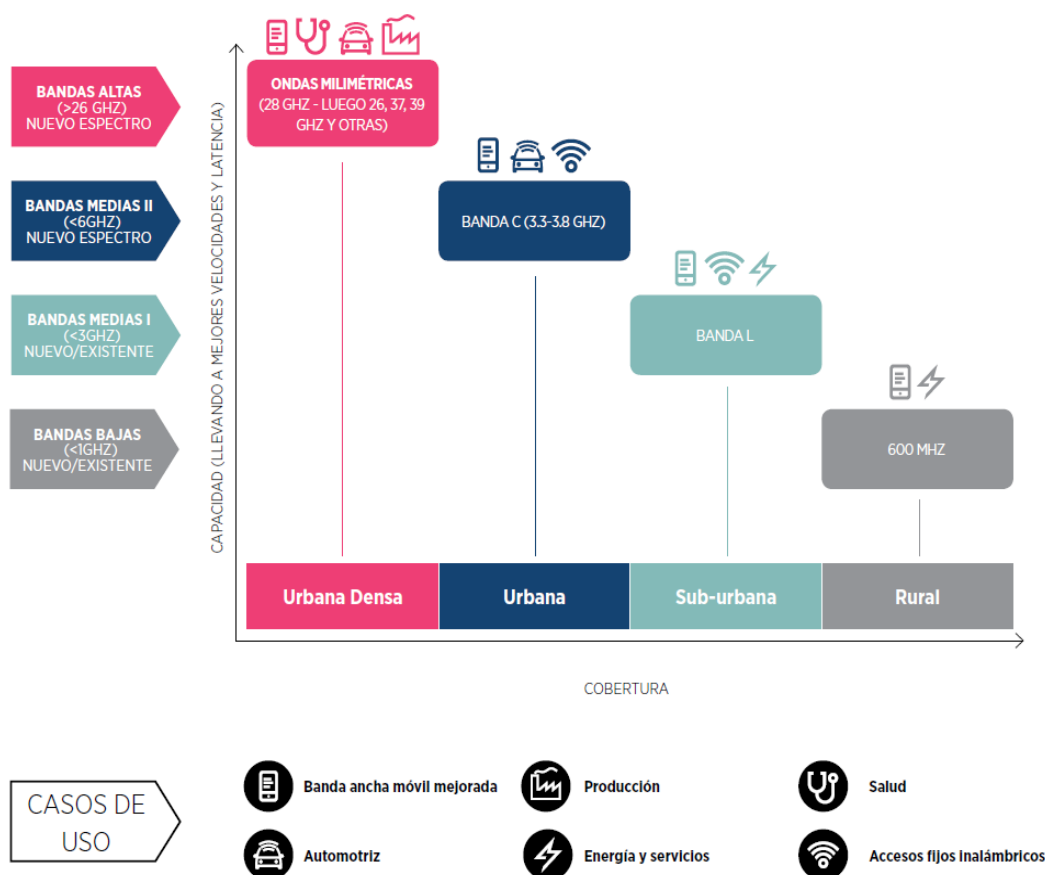
### 3.3.3.2. Desafios de infraestrutura, espectro e aplicativos

A quarta revolução industrial, a chegada do 5G e a expansão da Internet das Coisas (IoT), tornam ainda mais importante a disponibilidade de espectro nas bandas alta, média e baixa, para responder à demanda não apenas dos usuários, mas também de coisas. Esta conectividade só é possível em velocidades ultrarrápidas, qualidade, quase sem latência e ultraconfiável.

Em bandas de cobertura, faltam algumas tarefas na região para a banda de 700 MHz. A Colômbia adiou seu lançamento para o mercado, apesar de ter o potencial de aumentar exponencialmente o acesso a 4G. No entanto, decidiu estender o período

de uso das licenças. Além disso, identificou a faixa de 600 MHz para o International Mobile Telecommunications (IMT)<sup>32</sup> – o Uruguai a designou no final de 2017.

Um sinal de alerta é que mais de 30% dos países latino-americanos ainda não atribuíram o dividendo digital e, em particular, esse número sobe para 60% quando se concentra nos países da América Central. Esta sub-região está atrasada na implantação e adoção de banda larga móvel, com um déficit significativo do espectro disponível: alocou apenas 21% do espectro estimado como necessário pela International Telecommunications Union (UIT, 2014). A maioria dos governos reconhece a importância do acesso à banda larga e o potencial da digitalização para promover o crescimento econômico. No entanto, as redes 4G estão disponíveis apenas para 35% da população em comparação com a média dos países da América do Sul, onde há 70% de cobertura populacional para essa tecnologia (GSMA, 2018).



**Gráfico 40 - 5G requer espectro em bandas baixas, médias e altas**  
**Fonte: Ericsson, GSMA Intelligence, 2018**

<sup>32</sup> O IMT é um padrão e sistema criado pela União Internacional de Telecomunicações (UIT) para a criação, operação e gerenciamento de redes móveis de próxima geração e comunicações pela internet.

Em relação ao lançamento de bandas para o 5G e o futuro das comunicações, o Brasil marcou um caminho ao assinar o acordo de cooperação tecnológica entre o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação e a União Europeia<sup>33</sup>, para trocar informações e experiências no campo de 5G e IoT. Além disso, o "Projeto 5G Brasil" articula políticas entre os setores público e privado para a rápida adoção de tecnologia, enquanto o progresso está sendo feito pela banda de 3,5 GHz e seu potencial de leilão em 2019.

Nesta banda, o Brasil tem apenas 200 MHz (3,4 GHz-3,6 GHz) identificados; levando em conta que aproximadamente 80/100 MHz serão necessários por operadora em bandas médias, então procura-se a possibilidade de expandir essa faixa e aproximá-la de 3.3-3.8 GHz para desenvolver e maximizar todo o potencial da 5ª Geração.

O México, por sua vez, também faz parte do grupo de predecessores do planejamento 5G, com a limpeza da banda de 600 MHz durante 2018 e a intenção pública de disponibilizá-lo ao mercado em 2019, sendo um dos primeiros países em fazê-lo para serviços 5G. Além disso, leiloou com sucesso a faixa dos 2,6 GHz em um ano eleitoral, sinal de uma autoridade independente dos ciclos políticos.

A infraestrutura digital é ainda mais importante considerando a próxima geração de tecnologia (Gráfico 40). É fundamental eliminar as barreiras que impedem a implantação da infraestrutura. O crescimento no consumo de dados e o número de dispositivos conectados exigirão que as redes futuras tenham cerca de 20 vezes mais capacidade do que atualmente. O Banco de Desenvolvimento da América Latina, CAF<sup>34</sup>, estima que, para atender à demanda por banda larga na Colômbia, por exemplo, as operadoras móveis precisam poder implantar 19.000 estações-base adicionais (representando investimentos de, aproximadamente, US\$ 6,7 milhões entre 2016 e 2020). Para o México, entretanto, será necessário implantar em torno de 40.000 estações-base adicionais, para atender à demanda dos usuários de conectividade até 2020.

A infraestrutura digital é a estrutura vital que suporta as redes e a qualidade da conectividade. No entanto, seu desenvolvimento é impedido por uma das principais

---

<sup>33</sup> Durante o Mobile World Congress MWC 2017.

<sup>34</sup> Expansão da Banda Larga Móvel, CAF, 2017

barreiras regulatórias na região. Em alguns municípios, prefeituras, departamentos, os padrões para autorização de implantação são tão rígidos que a implementação de novos *sites* se torna impossível. Casos de qualificação automática devido a prazos (também chamados de "silêncio administrativo"), como existem na Nicarágua e no Peru, são os primeiros passos em direção a boas práticas para uma implantação suficiente. É necessário simplificar e padronizar procedimentos e requisitos para a implantação da infraestrutura. Para as operadoras, isso resultará em menores custos de implantação e permitirá que eles cubram as áreas atualmente desacompanhadas.

**Quadro 15 - Potenciais implicações ligadas ao espectro para 5G**

<b>Exigência de alto nível</b>	<b>Potenciais implicações relacionadas ao espectro</b>
Enlaces de rádio de ultra alta velocidade	Larguras de banda da portadora ultra larga. Por exemplo, 500 MHz de fronthaul / backhaul de vários gigabits
Enlaces de rádio de alta velocidade	Larguras de banda larga da portadora. Por exemplo, 100 MHz de fronthaul / backhaul em gigabits
Suporte para ambiente Doppler baixo a alto	Depende do requisito de velocidade de transmissão
Latência ultra baixa	Implicações de curto alcance
Baixa latência	Implicações do mid-short range
Enlaces de rádio de alta confiabilidade	Grave impacto da chuva e outros efeitos atmosféricos sobre a disponibilidade de enlaces em altas frequências de alta confiabilidade . Por exemplo, ondas milimétricas para operações ao ar livre
Enlaces de rádio de alta confiabilidade	Impacto da chuva e outros efeitos atmosféricos na disponibilidade de enlaces em altas frequências. Por exemplo, ondas milimétricas para operações ao ar livre
Curto alcance	Frequências mais altas Por exemplo, ondas milimétricas
Longo alcance	Frequências mais baixas. Por exemplo, sub-3 GHz
Penetração de pisos / obstáculos	Frequências mais baixas. Por exemplo, sub-1 GHz
Operação em ambiente congestionado	Ambiente dominado pela difração em frequências mais baixas
	Ambiente dominado pela reflexão em altas frequências
Operação perto de obstáculos em movimento rápido	Canais de desvanecimento com seleção de frequências
Redes de malha	Backhaul sem fio distribuído de alta velocidade operando dentro ou fora da banda

**Fonte: 5G Spectrum Recommendations, 2016**

Algumas das aplicações do Quadro 15 serão suportadas por sistemas 4G desenvolvidos com o espectro existente. No entanto, os sistemas 5G outorgaram recursos adicionais e, como resultado, as considerações (Quadro 16) sobre o espectro requerido para 5G deverão incluir todas as aplicações planejadas para redes futuras.

**Quadro 16 - Requisitos potenciais das várias aplicações 5G**

<b>Cenário de uso</b>	<b>Aplicação</b>	<b>Exigência de alto nível</b>
Banda larga móvel otimizada	Vídeo UHD (4k, 8k), vídeo 3D (incluindo serviços de radiodifusão)	Enlaces de rádio de alta velocidade Baixa latência (vídeo em tempo real)
	Realidade virtual	Enlaces de rádio de alta velocidade Latência ultra baixa
	Realidade aumentada	Enlaces de rádio de ultra alta velocidade Baixa latência
	Jogos na nuvem	Enlaces de rádio de ultra alta velocidade Baixa latência
	Quiosques de banda larga	Enlaces de rádio de ultra alta velocidade Alcance curto
	Veículos (carros, ônibus, trens, estações aéreas, etc.)	Enlaces de rádio de ultra alta velocidade Alcance longo/curto Suporte para ambientes de baixo a alto Doppler
Comunicações ultrafiáveis	Automatização industrial	Enlaces de rádio de alta confiabilidade Links de rádio de alta velocidade / Latência baixa a ultra baixa Curto a longo alcance / Operação em ambientes congestionados
	Aplicações de missões críticas, como saúde eletrônica, ambientes perigosos, missões de resgate, etc.	Enlaces de rádio de alta confiabilidade Enlaces de rádio de alta velocidade Latência baixa a ultra baixa Alcance curto/longo Operação em ambientes congestionados Penetração de andar / obstáculos
	Veículos sem motorista	Enlaces de rádio de alta confiabilidade Enlaces de rádio de alta velocidade Latência baixa a ultra baixa Alcance longo-curto Operação em ambientes congestionados Operação perto de obstáculos em movimento rápido
Comunicações de tipo de máquina maciça	Casa inteligente	Operação em ambiente congestionado Penetração de obstáculos
	Escritório inteligente	Operação em ambiente congestionado Penetração de obstáculos Enlaces de rádio de alta confiabilidade
	Cidade inteligente	Alcance curto- longo Operação em ambiente congestionado Operação perto de obstáculos em movimento rápido Enlaces de rádio de alta confiabilidade Penetração de andar / obstáculos
	Redes de sensores (industriais, comerciais, etc.)	Alcance curto-longo Operação em ambiente congestionado Operação perto de obstáculos em movimento rápido Penetração de andar / obstáculos Redes de malha

Fonte: 5G Spectrum Recommendations, 2016

## 4. Conclusões e recomendações

A partir da perspectiva dos regimes de informação, o mapeamento dos ecossistemas de Tecnologia da Informação e Comunicações e do espectro radioelétrico mostra como as cadeias de produção de informação se consolidam e como é estabelecido um *design* relacional de seus componentes, atores, ações, meios e recursos. Tudo isso produz uma cadeia de informações cuja premissa é a heterogeneidade de seus componentes, modelos de rede, recuperação de informações (contato direto entre a fonte e o usuário da informação seletivamente) e modelos de estudo do usuário (nos quais existe uma relação interpretativa com julgamentos de valor sobre o conteúdo produzido e acessado).

Além disso, o funcionamento do ecossistema identificado estabelece relações que reforçam o caráter de poder e dominância, dependendo do número dos atores envolvidos (monopólios ou monopsônios), bem como do tipo de fluxo que ocorre entre eles, ou seja, se seus relacionamentos são sujeitos a fluxos financeiros, materiais ou de informação. Como resultado, existe uma relação entre as condições da cadeia de informações e sua distribuição, que é afetada pelos sistemas de comutação e digitalização de informações entre os diferentes atores, recursos e produtos para otimizar a troca de informações por meio de operações seletivas.

As novas figuras organizacionais, como *clusters* tecnológicos e conglomerados de empresas que possuem toda a cadeia de produção e transmissão e disseminação de conteúdo, hoje determinam um domínio no gerenciamento e administração de informações que afeta o tipo de política do valor do conhecimento e da informação. Nesse sentido, são criadas infoestruturas de informação que trarão problemas e conflitos para o desenvolvimento segmentado e contínuo das empresas nas TICs e nos ecossistemas do espectro. Portanto, há necessidade de uma análise crítica das abordagens, a qual as indústrias da informação tratam como um quarto setor da economia.

Por esta razão, os produtores de conteúdo, os facilitadores de serviços e dispositivos de transmissão para integração criam relações de convergência e de interdependência. Nesse sentido, o fenômeno da convergência nos novos

desenvolvimentos tecnológicos seria incompatível com uma economia estruturada por setores.

Logo, pode-se considerar que o objetivo geral desta tese, cujo questionamento central foi centrado no mapeamento do ecossistema do espectro radioelétrico no contexto da convergência tecnológica e da economia digital, foi atendido.

Através dos conteúdos teóricos obtidos na literatura e das informações e estatísticas coletadas nos três países de estudo, Brasil, Colômbia e México, foi possível construir o mapa de atores, relações e instituições que compõem cada um dos ecossistemas atuais, Tecnologias de Informação e Comunicações e o espectro, que conforme analisado, tem uma forte correspondência. Da mesma forma, a participação das partes interessadas foi quantificada pela classificação de cada uma delas: fabricantes de equipamentos de rede, operadores de telecomunicações e provedores de conteúdo e aplicativos. Isso permitiu segmentar a análise, identificar os relacionamentos e medir o valor que eles geram.

Portanto, o mapeamento atinge os objetivos definidos e permite compreender as principais diferenças na composição dos três ecossistemas (tecnicamente, seis mapas, sendo três do ecossistema ICT e três do ecossistema do espectro de rádio), destacando as particularidades do setor de telecomunicações em cada um deles.

Da mesma forma, a contribuição gerada por esta tese consegue identificar os desafios que Brasil, Colômbia e México necessitam enfrentar com a consolidação da quarta revolução industrial na região e no mundo. As necessidades de infraestrutura, cobertura, redução das desigualdades de acesso e apropriação, o excesso da privatização do setor e, especificamente do espectro, as particularidades geográficas, populacionais e econômicas. Tudo isso produziu três mapas diferentes, três ecossistemas contrastantes e três realidades complexas.

#### 4.1. Brasil

Segundo o International Monetary Fund (FMI), o Brasil é a maior economia da América Latina e do Caribe, graças ao nível de produção PIB, o México a segunda e a Colômbia a quarta economia. No que se refere ao progresso tecnológico, de acordo com a Network Index, a Colômbia é a primeira; Brasil, o segundo, e México, o terceiro.

Para o Readiness Index, o México é a primeira, a Colômbia, a segunda e o Brasil, o terceiro. Esses indicadores evidenciam que, diante de diferenças econômicas substanciais, não mostram necessariamente melhores resultados em relação ao setor de TIC. Pelo contrário, reforçam a análise das diferenças existentes na composição dos três ecossistemas.

As peculiaridades do ecossistema brasileiro geram as seguintes conclusões:

- ✓ O tamanho do território aumenta os desafios de infraestrutura para as áreas rurais, onde a densidade populacional torna o retorno sobre investimento e os custos (CAPEX) pouco atraentes para as operadoras de telecomunicações.
- ✓ Do ponto anterior, pode-se deduzir que, sem a intervenção do governo estadual ou federal, por meio de algum incentivo monetário direto, não haveria interesse dos operadores privados em frequentar as áreas mais remotas do país. Assim, o acesso aos benefícios produzidos pelo ecossistema não é garantido.
- ✓ A concentração produtiva e econômica, juntamente com uma maior densidade populacional em certas regiões do país, não é garantia de acesso, uso e apropriação de tecnologias de TIC.
- ✓ A participação e concorrência no mercado de telecomunicações mostra a posição dominante de um determinado operador (e ainda mais se a compra da Nextel pela Claro for aprovada). Esta situação favorece não só a posição no mercado, mas também a infraestrutura física e o espectro de radioelétrico.
- ✓ Graças ao crescimento do tráfego de dados, ao consumo de conteúdo e ao maior uso de tecnologias sem fio para uso comercial, industrial e de serviços, um dos maiores negócios a médio prazo será o fornecimento de infraestrutura através de torres de comunicação e enlaces de rádio. Não só no Brasil, mas em toda a região.
- ✓ O Brasil é o primeiro país em número de empresas que geram conteúdo e aplicações, situação que pode mudar de acordo com o crescimento desses serviços, especialmente na Colômbia.
- ✓ A excessiva privatização do espectro radioelétrico não contribui para a evolução do ecossistema, pois impede a consolidação de iniciativas para o uso de tecnologias alternativas e eficientes. Este fenômeno acentua-se mais no Brasil, onde operadores privados não estão interessados, devido ao incentivo

do retorno sobre o investimento. O Brasil tem liderança em políticas de espectro livre e no uso de rádio cognitivo e acesso ao espectro dinâmico.

- ✓ A acumulação de espectro constitui outra situação que afeta a competência e a eficiência do setor de telecomunicações. Ter muito espectro, especialmente naquelas faixas de frequências ideais para a tecnologia 5G, significa que, a médio prazo, um operador pode concentrar uma parte importante dos novos negócios e serviços no setor.
- ✓ A geração de valor de mercado continua concentrada nas operadoras de telecomunicações, gerando um interesse especial em serviços de pacotes que reforçam a posição dominante no mercado.

## 4.2. Colômbia

Pode-se interpretar erroneamente que a Colômbia, sendo a menor das três economias, tem um setor menos dinâmico; no entanto, o modelo de gestão e administração de telecomunicações é reconhecido por seus resultados na região. Isto é confirmado por sua posição no *ranking* do The Global Information Tech Report e pelo prêmio de inovação em gestão de espectro concedido pela Dynamic Spectrum Alliance (DSA) em 2017.

Por outro lado, as conclusões derivadas do mapeamento do ecossistema são as seguintes:

- ✓ As posições monopolistas no setor podem ser as mais evidentes na região, onde uma operadora concentra mais de 60% do mercado de telefonia fixa e TV por assinatura e 50%, aproximadamente, de telefonia móvel e de dados. Portanto, a regulação do setor não está acompanhando a realidade do mercado.
- ✓ A infraestrutura de transmissão de comunicações móvel está concentrada em uma única empresa, uma situação que não é conveniente para o setor privado ou público. Essa situação indica, e isso é confirmado pelas operadoras, que se busca reduzir qualquer custo indireto à sua operação para tornar rentável o negócio no país.
- ✓ Ao contrário do México e do Brasil, o país tem uma pequena indústria de tecnologia para atender às suas próprias necessidades de equipamentos e

dispositivos. Por causa disso, uma grande parte dos dispositivos é importada. Isso acompanha o fato de que a Colômbia é o último dos três em investimento em pesquisa e desenvolvimento, com as implicações negativas que tem.

- ✓ A disponibilidade de espectro de rádio não é suficiente para atender ao crescente aumento no tráfego móvel. De fato, dos três países, a Colômbia é a que possui o menor grau de espectro alocado recomendado, de acordo com as recomendações da UIT.
- ✓ As empresas que geram conteúdo e aplicativos têm uma participação maior na geração de valor de mercado em relação ao Brasil e ao México. Isso confirma a dinâmica positiva que o país apresenta nessa atividade.
- ✓ A gestão do espectro na Colômbia não é consistente com sua dinâmica de projeto de políticas. Não existem regulamentações que permitam o compartilhamento, atribuição e venda de espectro entre os operadores do ecossistema, situação que já é possível no Brasil e no México. Isso pressupõe que a evolução do ecossistema não é a melhor.
- ✓ A Colômbia tem a menor capacidade de comunicação via satélite dos três; na verdade, o país não possui satélite próprio, ao contrário do Brasil (26) e do México (9).

### 4.3. México

Ter como vizinho os Estados Unidos trouxe ao México vantagens e oportunidades para o seu ecossistema de espectro. Por um lado, a transferência de tecnologia, a economia de escala na fabricação de equipamentos de telecomunicações, o modelo de gestão e administração do espectro e o investimento no setor.

As conclusões derivadas do mapeamento do ecossistema são as seguintes:

- ✓ O México tem a melhor capacidade de fabricação de peças e dispositivos eletrônicos e de telecomunicações na região, o que permite que tenha uma indústria local para este setor, apoiada por investimentos diretos de grandes empresas de tecnologia.

- ✓ Na gestão e administração do espectro, o México já concedeu a primeira banda digital dividendo, de 700 MHz, e já planeja conceder a segunda banda digital dividendo, a 600 MHz, avançando os planos de limpeza do espectro.
- ✓ Tem uma forte concentração de mercado que também foi transmitida à infraestrutura de telecomunicações, cuja subsidiária da operadora dominante é também a maior proprietária de torres de comunicações. No entanto, o déficit de infraestrutura, de acordo com as estatísticas coletadas, é o maior dos três países.
- ✓ Ele possui o segundo número de MVNO da comparação e todos operam na rede da mesma operadora, o que significa que a disponibilidade de espectro da operadora não é utilizada e permite segmentar por nicho de negócio.
- ✓ Dos três países, o México é o único, neste momento – a Colômbia foi aceita condicionalmente –, que é um membro da OCDE. Tal situação é adequada para projetar e desenhar objetivos de políticas em telecomunicações de acordo com seus padrões. Nesse sentido, há uma obrigação de cumprir parâmetros mínimos que melhorem a evolução do ecossistema.
- ✓ Diante dos desafios técnicos e regulatórios que o ecossistema de espectro de rádio enfrenta, o México é o país mais bem preparado para enfrentar as demandas da quarta revolução. Sua proximidade com os Estados Unidos, os fluxos de investimento estrangeiro, o deslocamento de empresas asiáticas e americanas e suas próprias condições econômicas somam-se e dão uma boa base para este trabalho.

#### 4.4. Recomendações

- Ter uma autoridade reguladora independente dos ciclos políticos, atuando em uma estrutura de convergência e integrando toda a cadeia de valor de TI.
- Deve-se preferir marcos baseados em princípios gerais, com intervenções *ex post*, quando necessário, especialmente para não restringir a inovação com regulamentos restritivos.
- Consultar boas práticas internacionais para entender os riscos e oportunidades de decisões de política pública.

- Realizar consultas públicas para nutrir os processos das experiências dos diferentes grupos de interesse interligados.
- Promover parcerias público-privadas para projetos de conectividade.
- Permitir subsídios à demanda, especialmente na base da pirâmide de renda, bem como isenções fiscais.
- Incentivar os investimentos, por meio de um sistema tributário de bases amplas, simples e transparentes, com um desenho estável e previsível, que gere menos custos para as empresas e crie maior segurança para os investimentos.
- Planejar a concessão de espectro, entendendo sua essência como facilitador das comunicações de qualidade, disponibilidade e ubiquidade, e não com finalidade de cobrança.
- Criar um plano sustentável para o espectro futuro com metas periódicas. Os roteiros são essenciais para garantir que haja espectro suficiente disponível para atender à crescente demanda dos usuários e os diferentes grupos de interesse.
- Coordenar as agendas dos formuladores de políticas no setor de TIC com outros setores, o que permitirá o desenvolvimento das diferentes verticais para 5G. Promover um regulamento *ex post* com quadros de princípios gerais, para permitir a inovação trará novos serviços de trânsito intenso, urbano, rural e de transporte de massa.
- Criar incentivos para acelerar a migração para novas tecnologias.

## 5. REFERÊNCIAS

5G SPECTRUM RECOMMENDATIONS. **5G Americas**: the voice of 5G & LTE for the Americas. 2016. Disponível em: [https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/4G\\_Americas\\_5G\\_Spectrum\\_Recommendations\\_White\\_Paper-2015.pdf](https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2019/07/4G_Americas_5G_Spectrum_Recommendations_White_Paper-2015.pdf). Acesso em: 06 jan. 2019.

ABES SOFTWARE. **Dados do setor**. 2017. Disponível em: <http://www.abessoftware.com.br/dados-do-setor/estudo-2018--dados-2017>. Acesso em: 18 fev. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ESPECTRO. **Resolução n. 461, de 01 de agosto de 2017**. Resolução alterada nº 711 de 2016 para estabelecer as condições de uso de dispositivos em espaço em branco. Estabelecer as faixas de frequência para uso livre no território nacional, de acordo com as disposições da lei 1341 de 2009.

Disponível em:

[http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_5e006693d58440bbbbabc3a624d211bc](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_5e006693d58440bbbbabc3a624d211bc). Acesso em: 15 dez. 2018.

ANATEL. **Dados do setor**. 2018. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/dados/>. Acesso em: 24 fev. 2019.

ANATEL. **Resolução nº 454, de 11 de dezembro de 2006**. Aprova o Regulamento sobre Condições de Uso de Radiofrequências nas Faixas de 800 MHz, 900 MHz, 1.800 MHz, 1.900 MHz e 2.100 MHz. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2006/89-resolucao-454>. Acesso em 18 dez. 2018.

ANATEL. **Resolução nº 544, de 11 de agosto de 2010**. Modificar a Destinação de Radiofrequências nas Faixas de 2.170 MHz a 2.182 MHz e de 2.500 MHz a 2.690 MHz e republicar, com alterações, o Regulamento sobre Condições de Uso de Radiofrequências nas Faixas de 2.170 MHz a 2.182 MHz e de 2.500 MHz a 2.690 MHz. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2010/41-resolucao-544>. Acesso em 18 dez. 2018.

ANATEL. **Resolução nº 625, de 11 de novembro de 2013**. Aprova a Atribuição, a Destinação e o Regulamento sobre Condições de Uso de Radiofrequências na Faixa de 698 MHz a 806 MHz. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2006/89-resolucao-454>. Acesso em 18 dez. 2018.

ANKER, P. Cognitive radio, the market and the regulator, new frontiers in dynamic spectrum access networks. In: IEEE Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum, 2010, Singapore. **Proceedings...** Singapore: IEEE, 2010a. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5457925>. Acesso em: 20 dez. 2018.

ANKER, P. Does cognitive radio need policy innovation? **Competition and Regulation in Network Industries**, v. 11, n. 1, p. 2-26, 2010b.

ANKER, P.; LEMSTRA, W. Achieving alignment between institutions and technology, the case of radio spectrum. **Competition and Regulation in Network Industries**, v. 14, n. 2, p. 151-173, 2013.

ARLANDIS, A.; CIRIANI, S. How firms interact and perform in the ICT Ecosystem? **Communications & Strategies**, v. 79, n. 3, p. 121–141, 2010.

BALDWIN, R.; CAVE, M. Understanding regulation: theory, strategy, and practice Oxford: Oxford University Press, 1999.

BANCO MUNDIAL. **Open Data**. 2018. Disponível em: <https://datos.bancomundial.org/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BASOLE, R. C.; PARK, H.; BARNETT, B. C. Coopetition and convergence in the ICT ecosystem. **Telecommunications Policy**, v. 39, n. 7, p.537-552, 2015.

BAZELON, C. Too many goals: problems with the 700 MHz auction. **Information Economics and Policy**, v. 21, n. 2, p. 115-127, 2009.

BERTHO LAVENIR, C. **Great discoveries**: telecommunications Geneva: International Telecommunications Union, 1991.

BEZZINA, J.; SÁNCHEZ, B. New technologies and ICT regulation towards a paradigm shift? In: BEZZINA, J.; SÁNCHEZ, B. (Orgs.) **Tecnological convergence and regulation**: challenges facing developing countries. (Spe). Tunis: InfoDev, 2005, p. 11-14.

BEZZINA, J.; TERRAB, M. **Impacts of new technologies on regulatory regimes**. InfoDev and CITPO. The World Bank, Global ICT Department, 2005.

BLUENOTE MANAGAMENT CONSULTING. **Benchmarking de servicios satelitales**, 2016.

BOWKER, G. C. Biodiversity Datadiversity. **Social Studies of Science**, v. 30, n. 5, 643-683, 2000.

BOWKER, G.; BAKER, K.; MILLERAND, F.; RIBES, D. Towards information infrastructure studies: ways of knowing in a networked environment. HUNSINGER, J.; ALLEN, M.; KLASRUP, L. (ed). **International Handbook of Internet Research**, 2006.

BRAMAN, S. **The emergent global information policy regime**. Hampshire: Palgrave, 2004.

BRASIL. **Decreto nº 6.654, de 20 de novembro de 2008**. Aprova o Plano Geral de Outorgas de Serviço de Telecomunicações prestado no regime público.2008. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6654.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6654.htm). Acesso em: 04 fev. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997.** Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995. 1997. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9472.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9472.htm)>. Acesso em: 04 fev. 2019.

BRIGLAUER, W. Generic reference model for the analysis of relevant communications markets: fundamental competition concepts. **Info**, v. 6, n. 2, p. 93-104, 2004.

CAMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. **Ley federal de telecomunicaciones y radiodifusión. Publicada em 15 jun. 2018.** Se expiden la ley federal de telecomunicaciones y radiodifusión, y la ley del sistema público de radiodifusión del estado mexicano; y se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones en materia de telecomunicaciones y radiodifusión. Disponível em: <[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR\\_020419.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTR_020419.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2018.

CASTELLS, M. Grassrooting the space of flows. In: Wheeler, J.O. et al. **Cities in the telecommunications age: the fracturing of geographies**, Routledge, 2000, p.20-21.

CAVE, M.; DOYLE, C.; WEBB, W. **Essentials of modern spectrum management**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

CEPAL. **Economia digital para mudança estrutural e igualdade**. 2013. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35408-economia-digital-cambio-estructural-la-igualdad>. Acesso em: 22 dez. 2018.

CEPALSTAT, CEPAL-ONU. **Bases de dados e publicações estatísticas**. 2017. Disponível em: <https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Portada.html>. Acesso em: 16 dez. 2018.

CHURCH, J. R.; WARE, R. **Industrial organization: a strategic approach**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2000.

CIBORRA, C. HANSETH, O. From tool to Gestell: agendas for managing the information infrastructure. **Information Technology & People**, v. 11, n. 4, p. 305-327, 1998.

CISCO. **Cisco Visual Networking Index: global mobile data traffic forecast update, 2016–2021**. 2017. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2019.

COASE, R. The federal communications commission. **Journal of Law and Economics**, v. 2, p. 1-40. Oct. 1959.

CODDING, G. A. **The International Telecommunication Union: an experiment in international cooperation**. Leiden: Brill, 1952.

COHEN, L. R.; NOLL, R.G. **The technology Pork Barrel**. Washington: Brookings Institution, 1991.

COLOMBIA. **Ley 1341 de 2009**. Determina o quadro geral para a formulação de políticas públicas que governarão o setor de Tecnologia da Informação e Comunicações, sua ordem geral, o regime de concorrência, a proteção do usuário, bem como a cobertura, a qualidade do serviços, a promoção de investimentos no setor e o desenvolvimento dessas tecnologias, o uso eficiente das redes e do espectro radioelétrico, bem como os poderes do Estado em relação ao planejamento, gestão, administração adequada e eficiente de recursos, regulamentação, controle e vigilância dos mesmos e facilitando o livre acesso e sem discriminação dos habitantes do território nacional à Sociedade da Informação. Disponível em: [https://mintic.gov.co/portal/604/articles-8580\\_PDF\\_Ley\\_1341.pdf](https://mintic.gov.co/portal/604/articles-8580_PDF_Ley_1341.pdf). Acesso em: 04 jan. 2019.

COLOMBIA. **Ley 142, de 1994**. Servicios Públicos Domiciliarios Diario Oficial No. 41.433 de 11 de julio. Disponível em: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0142\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html). Acesso em: 04 jan. 2019.

CRAMTON, P. **Spectrum auction design**. Working Paper: University of Maryland, 2009.

CRAMTON, P. The efficiency of FCC spectrum auctions. **Journal of Law and Economics**, v. 41, n. 2, p. 727–736, 1998.

CRC. **Reporte de Industria**. 2018. Disponível em: [https://www.crcom.gov.co/recursos\\_user/reporteinustria2017.pdf](https://www.crcom.gov.co/recursos_user/reporteinustria2017.pdf). Acesso em: 23 fev. 2019.

CRC. **Hacia una medición de la economía digital en Colombia**. 2016. Disponível em: <https://www.crcom.gov.co/es/pagina/hacia-una-medici-n-de-la-econom-a-digital-en-colombia>. Acesso em: 20 nov. 2018.

CUBILLO, J. Os quatro quadrantes: uma tentativa de setorização entre o público e o privado na informação. **Revista de Informática Pública**, n. 2, maio 2000. Disponível em: <http://www.ip.pbh.gov.br>. Acesso em: 20 nov. 2018.

DANE. **Sistema de cuentas nacionales**. 2018. Disponível em: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales>. Acesso em: 04 mar. 2019.

DELAIA, C. S. **Subsídios para uma política de gestão da informação da Embrapa Solos**: à luz do regime de informação. 2008, 137f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Universidade Federal Fluminense/Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Niterói, 2008.

ECC. **CEPT Report 19**: Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate to develop least restrictive technical conditions for frequency bands addressed in the context of WAPECS. Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2008.

EKBIA, H.; EVANS, T. Regimes of information: land use, management and policy. **The Information Society**, v. 25, n. 5, p. 328-343, 2009.

EUROPEAN COMMISSION. **Commission Decision of 9 November 2006 on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices (notified under document number C(2006) 5304)**. 2006. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32006D0771\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32006D0771(01)). Acesso em: 6 jan. 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **Commission Implementing Decision of 11 December 2013 amending Decision 2006/771/EC on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices and repealing Decision 2005/928/EC** (notified under document C(2013) 8776) Text with EEA relevance. 2013. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/eli/dec\\_impl/2013/752/oj](https://eur-lex.europa.eu/eli/dec_impl/2013/752/oj). Acesso em: 6 jan. 2019.

FAULHABER, G. R. **The question of spectrum**: technology, management and regime change (05-15). AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies, 2005.

FCC. **FCC 10–174 s Memorandum opinion and order in the matter of unlicensed operation in the TV broadcast bands (ET Docket No. 04-186) and Additional Spectrum for Unlicensed Devices Below 900 MHz and in the 3 GHz Band (ET Docket No. 02-380)**. Washington: Federal Communications Commission, 2010.

FENALCO. **Sector de Tecnología y Telecomunicaciones**. Disponível em: <http://www.fenalcobogota.com.co/index.php/gestion-gremial/512-tecnologia-e-informatica>. Acesso em: 20 dez. 2018.

FIDALGO, A. O modo de informação de Mark Poster. In: CORREIA, J. C. (Org.), **Comunicação e poder**. Lisboa: Universidade da Beira Interior. 2001. Disponível em: <http://www.bocc.ubi.pt/pag/fidalgo-antonio-poster-modoinformacao.html>. Acesso em: 04 fev. 2019.

FRANSMAN, M. The telecoms boom and bust 1996-2003 and the role of financial markets. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 14, n. 4, p. 369–406, 2004.

FRANSMAN, M. **Global Broadband Battles**. (M. Fransman, Ed.) (1st ed.). Stanford: Stanford University Press, 2006.

FRANSMAN, M. Innovation in the New ICT Ecosystem. **International Journal of Digital Economics**, v. 68, 2007.

FRANSMAN, M. The new ICT ecosystem. In: **The new ICT ecosystem**: implications for policy and relation, 2010a.

FRANSMAN, M. **The new ICT ecosystem**: implications for policy and regulation (new and re.). Cambridge: Cambridge University Press, 2010b.

FRANSMAN, M. The evolving ICT industry in Asia and the implications for Europe. **JRC Technical Notes**, 63986, 78, 2011.

FRANSMAN, M. Evolution of the Telecommunications Industry into the Internet Age. **Communications & Strategies**, v. 43, p. 57-113, 2001. Disponível

em: [https://www.research.ed.ac.uk/portal/en/publications/evolution-of-the-telecommunications-industry-into-the-internet-age\(67f0dfae-54b8-4ab0-85a0-5f1487d0892b\).html](https://www.research.ed.ac.uk/portal/en/publications/evolution-of-the-telecommunications-industry-into-the-internet-age(67f0dfae-54b8-4ab0-85a0-5f1487d0892b).html). Acesso em: 04 fev. 2019.

FRANSMAN, M. **Models of innovation in global ICT firms?:** the emerging global innovation ecosystems (n. EUR 26774 EN). (M. Bodganowicz, Ed.). Luxembourg: European Commission, 2014.

FRANSMAN, M. **Telecoms and the internet age:** from Boom to Bust to... (1st shortcomings of the layer model. ed.). Oxford: Oxford University Press, 2002.

FREIRE, I. M. Categorização das ações de informação no laboratório de tecnologias intelectuais. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 13., 2012, Rio de Janeiro. **Anais** Rio de Janeiro: ENANCIB, 2012.

FREIRE, I. M. **Projeto Laboratório de Tecnologias Intelectuais – LTi.** João Pessoa: DCI: PPGCI: UFPB, 2013. Relatório de acompanhamento.

FREYENS, B. P. A policy spectrum for spectrum economics. **Information Economics and Policy**, v. 21, n. 2, p. 128-144, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167624509000158>. Acesso em: 20 jan. 2019.

FREYENS, B. P., ALEXANDER, S. Policy objectives and spectrum rights for future network developments. In: IEEE International Symposium on Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN), 2015, Stockholm. **Proceedings**. Stockholm: IEEE 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7343906>. Acesso em: 18 mar. 2019.

FROHMANN, B. Documentation redux: prolegomenon to (another) philosophy of information. **Library Trends**, v. 52, n. 3, p. 387-407, 2004.

FROHMANN, B. Taking information policy beyond information science: applying actor network theory. In: Annual Conference of the Canadian Association for Information Science/Association Canadienne des Sciences de L'information, 23., 1995. Edmonton. **Proceedings**. Alberta, 1995. Disponível em: [http://www.cais-acsi.ca/proceedings/1995/frohmann\\_1995.pdf](http://www.cais-acsi.ca/proceedings/1995/frohmann_1995.pdf). Acesso em: 21 jan. 2019.

GARCIA, A.; VICENTE, M. **ICT technologies in Europe?:** a study of technological diffusion and economic growth under network theory (n. WPAD 2012.21), 2012.

GEIER, J. **Benefits of wireless networks.** 2000. Disponível em: [http://www.wireless-nets.com/articles/whitepaper\\_wireless\\_benefits.htm](http://www.wireless-nets.com/articles/whitepaper_wireless_benefits.htm). Acesso em: 04 fev. 2019.

GLASNER, J. **How spectrum caps turned sour.** 2002. Disponível em: <http://www.wired.com/news/wireless/0,1382,50782,00.html>. Acesso em 27 nov. 2018.

GÓMEZ-BARQUERO, D. **Next generation mobile broadcasting.** Flórida: CRC Press, 2013.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. A representação do conhecimento e o conhecimento da representação: algumas questões epistemológicas. **Ciência da Informação**, v. 22, n. 3, p. 217-222, 1993.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. As ciências sociais e as questões da informação. *Morpheus - Revista Eletrônica em Ciências Humanas*. v. 09, n. 14, p. 18-37, 2012a.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Escopo e abrangência da Ciência da Informação e a pós-graduação na área: anotações para uma reflexão. *Transinformação*, v. 15, n. 1, p. 31-43, jan./abr. 2003.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. O caráter seletivo das ações de informação. *Informare*, v. 5, n. 2, p. 7-31, 1999.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Regime de informação: construção de um conceito. *Informação. & Sociedade: Estudos.*, v. 22, n. 3, p. 43-60, set./dez. 2012b.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ. Novos cenários políticos para a informação. *Ciência da Informação.*, v. 31, n. 1, p. 27-40, 2002.

GRETEL. **La evolución de la gestión del espectro radioeléctrico**. Cátedra COIT. Cuaderno 1. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, 2007. Disponível em: [https://www.coit.es/sites/default/files/informes/pdf/la\\_evolucion\\_de\\_la\\_gestion\\_del\\_espectro\\_radioelectrico.pdf](https://www.coit.es/sites/default/files/informes/pdf/la_evolucion_de_la_gestion_del_espectro_radioelectrico.pdf). Acesso em: 17 nov. 2018.

GROENEWEGEN, J. *et al.* **Institutional economics**: an introduction. Londres: Palgrave Macmillan, 2010.

GSMA Intelligence 2018. **Infographic - the mobile economy 2018**. Disponível em: <https://www.gsmainelligence.com/research/?file=4a217633070d3cda42a15c0efb50f44b&download>. Acesso em: 05 fev. 2019.

GSMA. **Evaluando el impacto de la estructura de mercado sobre la innovación y la calidad**. 2018. Disponível em: <https://www.gsmainelligence.com/research/?file=0ed8fe952bf8465c0f3ad294c01eb473&download>. Acesso em: 20 fev. 2019.

GSMA. **La economía móvil en América Latina y el Caribe 2017**. 31 out. 2017. Disponível em: <https://www.gsma.com/latinamerica/resources/mobile-economy-latin-america-caribbean-2017/?lang=es>. Acesso em: 05 fev. 2019.

GSMA. **La economía móvil en América Latina y el Caribe 2018**. 04 dez. 2018. Disponível em: <https://www.gsma.com/latinamerica/resources/the-mobile-economy-latin-america-and-the-caribbean-2018/?lang=es>. Acesso em: 05 fev. 2019.

GUERRA, M. R. E.; OLVIEDO, J. D. A. De las telecomunicaciones a las TIC: ley de TIC de Colombia. *Serie Estudios y Perspectivas*. n. 22, 2011.

HALLIKAS, J. *et al.* The evolution of the network structure in the ICT sector. *International Journal of Production Economics*, v. 115, n. 2, p. 296-304, 2008.

HANSETH, O. **From systems and tools to networks and infrastructures**: from design to cultivation. Towards a theory of ICT solutions and its design methodology implications. 2002.

HANSETH, O.; LYYTINEN, K. Design theory for dynamic complexity in information infrastructures: the case of building internet. **Journal of Information Technology**, v. 25, 1–19, 2010.

HANSETH, O.; Monteiro, E. Inscribing behavior in information infrastructure standards. **Accounting, Management & Information Technology**. v. 7, n. 4, p. 183-211. 1997.

HAZLETT, T. W. Assigning property rights to radio spectrum users: why did FCC license auctions take 67 years? **Journal of Law and Economics**, v. 41, n. 2, p. 529–576, 1998.

HWANG, J; YOON, H. A mixed spectrum management framework for the future wireless service based on techno-economic analysis: the korean spectrum policy study. **Telecommunications Policy**, v. 33, n. 8, p. 407-421, 2009.

IBGE. **Sistema de Contas Nacionais - SCN**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?edicao=9053&t=sobre>. Acesso em: 15 dez. 2018.

IFT. **Análisis Especiales Estadísticos**. Disponível em: <http://www.ift.org.mx/estadisticas/analisis-especiales-estadisticos-0>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

IFT. **Recursos de Informacion**. 2018. Disponível em: <http://www.ift.org.mx/recursos-de-informacion/informes-estadisticos-trimestrales>. Acesso em: 04 mar. 2019.

INEGI. **Sistema de Cuentas Nacionales**. 2018. Disponível em: <https://www.inegi.org.mx/default.html>. Acesso em: 04 mar. 2019.

INSIDE TOWER. **Database**. 2018. Disponível em: <https://insidetowers.com/database/>. Acesso em: 05 fev. 2019.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. **World economic outlook database**. 2018. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2018/01/weodata/index.aspx>. Acesso em: 04 mar. 2019.

KAMIEN, M. I.; SCHWARTZ, N. L. Induced factor augmenting technical progress from a microeconomic viewpoint. **Econometrica**, v. 37, p. 668-684, Oct.1969.

KANT, E. **Wireless GIS solutions aim WTC rescue efforts**. 2002. Disponível em: <http://www.esri.com/news/arcuser/0102/wtc1of3.html>. Acesso em: 04 fev. 2019.

KARAGIANNOPOULOS, G.; GEORGOPOULOS, N.; NIKOLOPOULOS, K. Fathoming Porter's five forces model in the internet era. **Info**, v. 7, n. 6, p. 66–76, 2005.

KIM, H.; LEE, J.; HAN, L. The role of IT in business ecosystems. **Communications of the ACM**, v. 53, n. 5, p. 151-156, 2010.

KIRBY, R. C. History and trends in international radio regulations. *In*: IEEE International Conference on 100 Years of Radio, 1995, London. **Proceedings**. London: IEEE, 1995.

KLEMPERER, P. What really matters in auction design. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 16, n. 1, p. 169-189, 2002.

KOSLOWSKI, T. et al. Resilience analysis of the ICT ecosystem. *In*: EUROPEAN REGIONAL INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION SOCIETY CONFERENCE, 23., 2012, Vienna. **Proceedings...** Vienna: 2012.

KRASNER, S. D. Causas estruturais e consequências dos regimes internacionais: regimes como variáveis intervenientes. **Revista de Sociologia e Política.**, v. 20, n. 42, June. p. 93-110, 2012.

KRUYSS, J.; ANKER, P.; SCHIPHORST, R. Sharing license-exempt spectrum based on multi-dimensional metrics. **Info**, v. 18, n. 2, p. 38-52, 2016.

LEMSTRA, W.; ANKER, P.; HAYES, V. 2011. Cognitive radio: enabling technology in need of coordination. **Competition and Regulation in Network Industries**, v. 12, n. 3, p. 210–235.

LEVIN, H. J. **The invisible resource**: use and regulation of the radio spectrum. Baltimore: Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, 1971.

LI, F.; WHALLEY, J. Deconstruction of the telecommunications industry?: from value chains to value networks. **Telecommunications Policy**, v. 44, n. 9-10, p. 451–472, 2002.

MACAULEY, M. K. Allocation of orbit and spectrum resources for regional communications: what's at stake? **Journal of Law and Economics**, v. 41, n. 2, p. 737-764, 1998.

MACAULEY, M.K. Out of space? Regulation and technical change in communications satellites. **American Economic Review**, v. 76, n. 2, p. 280–284, 1986a.

MACAULEY, M. K. The contribution of a partnership between economics and technology. *In*: MACAULEY, M. K. (Ed.) **Economics and technology in U.S. space policy**. Washington: Resources for the Future, p. 3–24, 1986b.

MAGAT, W. Regulation and the rate and direction of induced technical change: comment. **Bell Journal of Economics**, v. 6, p. 703-705, Autumn, 1976.

MAITLAND, C.; BAUER, J.; WESTERVELD, R. The european market for mobile data: evolving value chains and industry structures. **Telecommunications Policy**, v. 26, n. 9-10, p. 485–504, 2002.

MANNER, J. **Spectrum wars**: the policy and technology debate. Boston, London: Artech House Publishers, 2003.

MCGINNIS, M.; OSTROM, E. **Design principles for local and global commons**. The International Political Economy and International Institutions, v. 2, Brookfield, VT: Edward Elgar eds. O. R. Young, p. 465-493, 1996.

MCGINNIS, M.; OSTROM, E. Will lessons from small-scale social dilemmas scale up? *In*: BIEL, A.; EEK, D.; GÄRLING, T.; GUSTAFSSON, M. (Eds.). **New issues and paradigms in research on social dilemmas**. Springer, p. 189-211, 2008.

MINTIC (Colômbia). **Estudios del sector**. 2018. Disponível em: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-multipropertyvalues-36370-36376.html>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MINTIC (Colômbia). **Resolución 1704 de 2002**. Por la cual se atribuye y planifica la banda de frecuencias radioeléctricas y se adoptan medidas para la operación de los Sistemas de Radiocomunicación de Banda Ciudadana. Disponível em: [https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-6261\\_documento.pdf](https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-6261_documento.pdf). Acesso em: 18 dez. 2018.

MINTIC (Colômbia). **Resolución 473 de 2010**. Resolución derogada por el artículo 7 de la Resolución 711 de 2016>. Por la cual se atribuyen, a título secundario, unas frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas para su libre utilización, dentro del territorio nacional, mediante dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y baja potencia y se dictan otras disposiciones. Disponível em: [https://normograma.mintic.gov.co/mintic/docs/resolucion\\_mintic\\_0473\\_2010.htm](https://normograma.mintic.gov.co/mintic/docs/resolucion_mintic_0473_2010.htm). Acesso em: 18 dez. 2018.

MOORE, J.F. Predators and prey: a new ecology of competition. **Harvard Business Review**, v. 71, n. 3, p. 75-86, 1993.

MOSQUERA, M. **Feds lift spectrum caps on wireless providers**. 2001. Disponível em: <http://www.internetwk.com/story/INW20011109S001>. Acesso em: 06 dez. 2018.

MOTTA, M. **Competition policy: theory and practice**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

NASA. **Space communications and navigation**. Disponível em: <https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/index.html>. Acesso em: 04 dez. 2018.

OCDE. **Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusion en Mexico**. OCDE 2012. Disponível em <https://www.oecd.org/centrodemexico/49528111.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

OCDE. **OECD Digital Economy Outlook**. 2017. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/oecd-digital-economy-outlook-2017-9789264276284-en.htm>. Acesso em: 10 jan. 2019.

OCDE. **OECD review of telecommunication policy and regulation in Colombia**. 2014. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-review-of-telecommunication-policy-and-regulation-in-colombia\\_9789264208131-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-review-of-telecommunication-policy-and-regulation-in-colombia_9789264208131-en). Acesso em 17 nov. 2016.

OCDE. **Working party on telecommunication and information services policies: secondary markets for spectrum, policy issues**. 2005. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/34758854.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

OESTREICHER, K.; WALTON, N. **New internet-based technology ecosystems**. Semantic Scholar. 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/264038103\\_New\\_Internet-Based\\_Technology\\_Ecosystems](https://www.researchgate.net/publication/264038103_New_Internet-Based_Technology_Ecosystems). Acesso em: 10 jan. 2019.

OIT. **Panorama laboral de America Latina y el Caribe**. 2018. Disponível em: [https://www.ilo.org/americas/publicaciones/WCMS\\_654969/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/americas/publicaciones/WCMS_654969/lang--es/index.htm). Acesso em: 23 jan. 2019.

OKUGUCHI, K. The implications of regulation for induced technical change: comment. **Bell Journal of Economics**, v. 6, p. 703-705, 1975.

OSSEIRAN, A. et al. Scenarios for 5G mobile and wireless communications: The vision of the METIS project. **Communications Magazine IEEE**, v. 52, n. 5, p. 26-35, 2014.

OSTROM, E. **Collective action theory**. In: BOIX, C.; STOKES, S. C. (Orgs.) *The Oxford handbook of comparative politics*. Oxford: Oxford University Press. 2007, p. 186-208.

OSTROM, E. et al. **Rules, games, and common-pool resources**. Michigan: University of Michigan Press, 1994.

PARTANEN, J.; MOLLER, K. How to build a strategic network: a practitioner-oriented process model for the ICT sector. **Industrial Marketing Management**, In Press, p. 1–14, 2011.

PEPPARD, J.; RYLANDER, A. From value chain to value network?: insights for mobile operators. **European Management Journal**, v. 24, n. 2, 2006.

PORTER, M. E. How competitive forces shape strategy. **Harvard Business Review**, Boston. March 1979. Disponível em: <https://hbr.org/1979/03/how-competitive-forces-shape-strategy>. Acesso em: 04 mar. 2019.

POSTER, M. **Foucault, marxism and History: mode of production versus mode of information**. NY: Basil Blackwell, 1984.

POSTER, M. Postmodern virtualities. In: **The second media age**. Cambridge: Blackwell, 1995, p. 23-42.

POSTER, M. **The information subject**. Amsterdam: G+B Arts, 2001.

POSTER, M. **The mode of information: poststructuralism and social context**, Cambridge: Cambridge, 1991.

PROMEXICO. Disponível em: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/estadisticas-del-sitio-externo-de-promexico-promexico-mx>. Acesso em: 20 dez. 2018.

RAFIQUE, K. et al. Emerging ICT ecosystem - from value chain to value ecosystem. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING TECHNOLOGY AND INFORMATION MANAGEMENT*, 8., 2012, Seoul. **Proceedings**. Seoul: ICCM, 2012.

REGULATEL. 2017. Disponível em: [https://bit.ift.org.mx/SASVisualAnalyticsViewer/VisualAnalyticsViewer\\_guest.jsp?appSwitcherDisabled=false&reportName=Indicadores%20Internacionales&reportPath=/Shared+Data/SAS+Visual+Analytics/Reportes/&appSwitcherDisabled=true](https://bit.ift.org.mx/SASVisualAnalyticsViewer/VisualAnalyticsViewer_guest.jsp?appSwitcherDisabled=false&reportName=Indicadores%20Internacionales&reportPath=/Shared+Data/SAS+Visual+Analytics/Reportes/&appSwitcherDisabled=true). Acesso em: 25 fev. 2019.

ROBINSON, J. O. Spectrum management policy in the United States: an historical account. **OSP Working Paper**, v. 15, 1985. Disponível em: <

[https://transition.fcc.gov/Bureaus/OPP/working\\_papers/oppwp15.pdf](https://transition.fcc.gov/Bureaus/OPP/working_papers/oppwp15.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2018.

ROOSA, P. **Who regulates the spectrum**. 1992. Disponível em: <http://www.ntia.doc.gov/osmhome/roosa4.html>. Acesso em: 18 nov. 2018.

RUCKER, T. **The military's spectrum pitch**: our calls must go through. 2002. Disponível em: <<http://www.govexec.com/dailyfed/0402/042302td1.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SCHUMPETER, J. A. **The theory of economic development**. 3rd Edition, New York: Oxford University Press, 1961.

SMITH, V. K. The implications of regulation for induced technical change. **Bell Journal of Economics**, v. 5, p. 623–632, Autumn, 1974.

SMITH, V. K. The implications of regulation for induced technical change: reply. **Bell Journal of Economics**, v. 6, p. 706–707, 1975.

SMITH, A. **The theory of moral sentiments**. Chapter II. Adam Smith Institute, 1759.

STEINS, N. A.; EDWARDS, V. M. Platforms for collective action in multiple-use common-pool resources. **Agriculture and Human values**, v. 16, n. 3, p. 241-255, 1999.

STERN, P. C. Design principles for global commons: natural resources and emerging technologies. **International Journal of the Commons**, v. 5, n. 2, p. 213-232, 2011.

TECNOLATINAS REPORT 2017. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Tecnolatinas-Latin-America-Riding-the-Technology-Tsunami.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

TELEBRASIL. **O desempenho do setor de telecomunicações no Brasil**. Séries Temporais. 2018. Disponível em: <http://www.telebrasil.org.br/panorama-do-setor/desempenho-do-setor>. Acesso em: 20 nov. 2018.

THE COMPETITIVE INTELLIGENCE UNIT. **Statistics**. Disponível em: <<https://www.theciu.com/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

THE GLOBAL INFORMATION TECH REPORT. 2017. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018>. Acesso em: 20 nov. 2018.

TING, C.; WILDMAN, S.; BAUER, J., Comparing welfare for spectrum property and spectrum commons governance regimes. **Telecommunications Policy**, v. 29, n. 9-10, p. 711-730, 2005.

TOWERXCHANGE. **Americas insights**. 2018. Disponível em: <https://www.towerxchange.com/americas-insights/>. Acesso em: 05 fev. 2019.

UIT. **From semaphore to satellite**. Geneva: International Telecommunications Union, 1965.

UIT. **Gerenciamento do espectro radioelétrico**. Módulo 5. Kit de ferramentas de regulação de TIC. 2009. Disponível em: <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.1247.html>. Acesso em: 22 nov. 2018.

UIT. **Report ITU-R M.2290**: future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT. 2014. Disponível em: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2290-2014-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2290-2014-PDF-E.pdf). Acesso em: 16 fev. 2019.

UNGER, R.; FREIRE, I. M. Regimes of information in Information Society: a contribution to information management, **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 2, n. 2, p. 87-114, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ibict.br/bitstream/123456789/190/1/FREIRERDBCI2008.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2019.

VALLETTI, T. Spectrum trading. **Telecommunications Policy**, v. 25, n. 10-11, p. 655-670, 2001.

VEUGELERS, R. New ICT sectors: platforms for european growth? **Bruegel Policy Contribution**. n. 2012/14 Aug. 2012. Disponível em: [http://bruegel.org/wp-content/uploads/imported/publications/pc\\_2012\\_14\\_\\_2\\_.pdf](http://bruegel.org/wp-content/uploads/imported/publications/pc_2012_14__2_.pdf). Acesso em: 23 jan. 2019.

WIJFJES, H. **Hi here Hilversum**: three quarters of a century radio and television. Weesp: Unieboek bv, 1985.

WILD, K. **The importance of convergence in the ict policy environment**. APC Issue Papers Series. 2006. Disponível em: [http://rights.apc.org/documents/convergence\\_EN.pdf](http://rights.apc.org/documents/convergence_EN.pdf). Acesso em: 25 nov. 2018.

WOHLERS, M.; GARCIA, M. **Regulación y estrategias corporativas frente a la convergencia tecnológica**. Santiago: Ed. ONU-CEPAL, Europeaid, 2009.

WOOLLEY, F. M. International frequency regulation and planning. **EBU Technical Review**, p. 45–62, Spring, 1995.

ZURKOWSKI, P.G. Integrating america's infostructure. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 35, n. 3, p. 170-178, 1984.