

Título do capítulo	CAPÍTULO 5 IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA 5G NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E DA INDÚSTRIA 4.0
Autor(es)	Robert Spadinger
DOI	DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350660cap5

Título do livro	Digitalização e tecnologias da informação e comunicação: oportunidades e desafios para o Brasil
Organizadores(as)	Luis Claudio Kubota
Volume	1
Série	-
Cidade	Rio de Janeiro
Editora	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
Ano	2024
Edição	1a
ISBN	9786556350660
DOI	DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350660

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2024
© Nações Unidas 2024
LC/BRS/TS.2024/1

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <https://repositorio.ipea.gov.br/> e <https://www.cepal.org/es/publications>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) ou as dos países que representa.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas. Os Estados-membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir este estudo sem autorização prévia. É solicitado, apenas, que mencionem a fonte e informem à CEPAL sobre essa reprodução.

Este estudo foi elaborado no âmbito do Programa Executivo de Cooperação entre a CEPAL e o Ipea.

Os limites e nomes mostrados nos mapas incluídos neste documento não implicam o seu endosso oficial ou aceitação pelas Nações Unidas.

IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA 5G NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E DA INDÚSTRIA 4.0¹

Robert Spadinger²

1 INTRODUÇÃO

O mundo das telecomunicações, da tecnologia da informação e da mídia continua convergindo e influenciando de todas as formas o comportamento das pessoas, das empresas e dos governos. A internet, mais do que nunca, está em todos os meandros de nossas vidas, desde uma simples chamada telefônica, passando por processos internos e pelo controle de empresas, até a influência e decisão de eleições, sendo a mais poderosa alavanca de transformação da sociedade, responsável por produzir mudanças econômicas, sociais, políticas e culturais em todo o mundo.

O setor de telecomunicações continua sendo fundamental para qualquer país e deve ser visto de forma diferenciada, uma vez que os serviços oferecidos são essenciais para a geração de valor da atual e das futuras gerações. Os desenvolvimentos acontecem de forma tão acelerada que já nem sabemos como era viver sem esses desenvolvimentos, mesmo que tenham acontecido há cerca de vinte anos somente. Hoje, grande parte da população usufrui de serviços móveis por intermédio de *smartphones*, vídeo sob demanda ou internet de alta velocidade por meio de fibras ópticas. Ainda assim há muito por se fazer, principalmente no que tange à melhoria dos serviços com a cobertura adequada.

Se, por um lado, novas tecnologias oferecem novas oportunidades e novos negócios, por outro lado, a própria dinâmica do mercado mostra que algo tem que ser feito em termos regulatórios, para que a infraestrutura seja, de fato, construída e todos consigam usufruir dela. O negócio telecomunicações mudou muito nos últimos anos. Enquanto inicialmente as empresas de telecomunicações traziam a todos os serviços pela primeira vez e cresciam ano após ano, hoje em dia lutam para manter as demandas cada vez maiores e para se reinventar constantemente. Nesse período, muitas operadoras e fornecedores deixaram de existir, sendo engolidas ou engolindo outros no processo, a uma velocidade não vista anteriormente. A demanda por tráfego cresce continuamente, de forma mais acelerada do que os investimentos das operadoras conseguem ser viabilizados.

1. Este capítulo é uma versão atualizada da *Nota Técnica* nº 79, publicada em 2021 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10419/1/NT_79_Diset_ImplementacaoTecnologia5G_Industria4.0.pdf.

2. Consultor sênior de telecomunicações na Cargemini; e consultor do Programa de Cooperação entre a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e o Ipea.

1.1 Objetivo geral

O objetivo da consultoria foi desenvolver um estudo que sirva de subsídio para as políticas de desenvolvimento do ecossistema de bens e serviços associados à infraestrutura 5G no Brasil, que terá profundo impacto na indústria e na sociedade nos próximos dez anos.

Além disso, o objetivo primordial do estudo foi desenvolver análises sobre: i) a situação atual do mercado europeu de 5G; ii) a situação atual e as perspectivas dos serviços e das tecnologias associadas ao 5G na Europa: internet das coisas (*internet of things* – IoT) e indústria 4.0; e iii) as perspectivas para o 5G e os serviços e as tecnologias associadas ao 5G no Brasil.

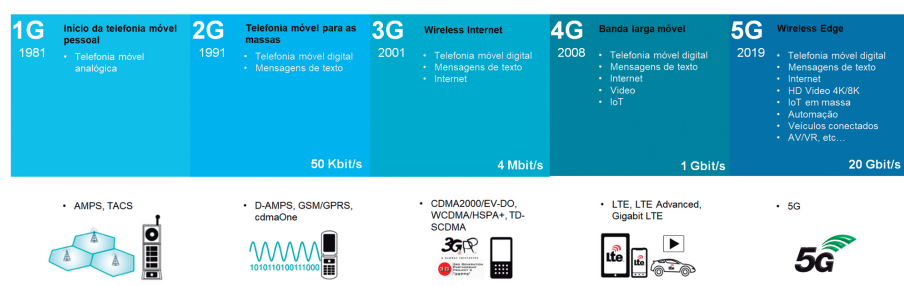
2 PANORAMA DO CENÁRIO INTERNACIONAL DE 5G

2.1 O que é de fato o 5G?

No momento, muito se discute sobre o 5G e todas as maravilhas que, em breve, ele poderá realizar. Fala-se em uma completa revolução, uma tecnologia que tornará tudo possível, em que tudo e todos se conectarão. De fato, o novo padrão da telefonia móvel celular traz consigo muitas promessas, que ainda terão de ser desenvolvidas.

A figura a seguir mostra a evolução dos padrões de telefonia celular no tempo. Pode-se verificar que a cada década um novo padrão emerge. Esses padrões, no entanto, não aparecem de um dia para o outro, eles são introduzidos no decorrer dos anos, incorporando paulatinamente evoluções naturais, sejam em *hardware* ou em *software*, melhorando os atuais serviços oferecidos ou propiciando novos serviços ou funcionalidades.

FIGURA 1
Evolução dos padrões de telefonia celular



Fonte: Caggemini e Qualcomm.

Elaboração do autor.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O 5G é, primeiramente, a evolução natural das redes *long term evolution* (LTE), mais comumente conhecidas como 4G. A cada novo padrão, a eficiência espectral aumenta, sendo possível transmitir cada vez mais dados, possibilitando a introdução de novos serviços. A tecnologia móvel invade outros domínios, oferecendo, em certas circunstâncias, competição à telefonia e à banda larga fixa, ou mudando a forma como os negócios existentes operam. A introdução de novos padrões vem sempre acompanhada de enormes expectativas. Dizia-se, na época do lançamento do 3G, que teríamos, enfim, a internet móvel. Muitas operadoras na ocasião assim venderam seus serviços, também no Brasil. Planos de dados móveis eram vendidos como os planos de banda larga fixa, ou seja, pelas velocidades. Na época, a expectativa foi tão grande que tivemos a primeira bolha da telefonia móvel, elevando em muito o custo de aquisição das frequências. Os equipamentos, celulares e serviços não conseguiram de fato suprir as expectativas e, praticamente, somente no fim daquela década, o padrão foi abraçado pelos usuários.

Na prática, a banda larga móvel ou internet móvel somente aconteceu com a introdução do 4G, quando as velocidades melhoraram o suficiente para que o usuário pudesse, então, usufruir dela. Em 2007 e 2008, foram lançados, respectivamente, o primeiro Iphone e o primeiro *smartphone* Android, aparelhos que modificaram o significado de mobilidade.

Uma nova década se passou. O novo padrão, 5G, tomará o mesmo caminho das tecnologias que o antecederam. As evoluções e as melhorias serão incorporadas de acordo, também, com a aceitação de mercado e a priorização das operadoras e dos clientes.

O 5G é, no final das contas, uma mescla entre evolução e revolução:

- evolução, pois segue como desenvolvimento natural do 4G e porque chegará ao mercado em etapas, como já aconteceu anteriormente; e
- revolução, pois aumenta a capacidade de dados, traz novas características, que podem modificar o ecossistema e trazer uma infinidade de novas possibilidades e serviços para todos. Certamente, o mundo não será o mesmo ao final da próxima década, quando falaremos sobre o próximo padrão.

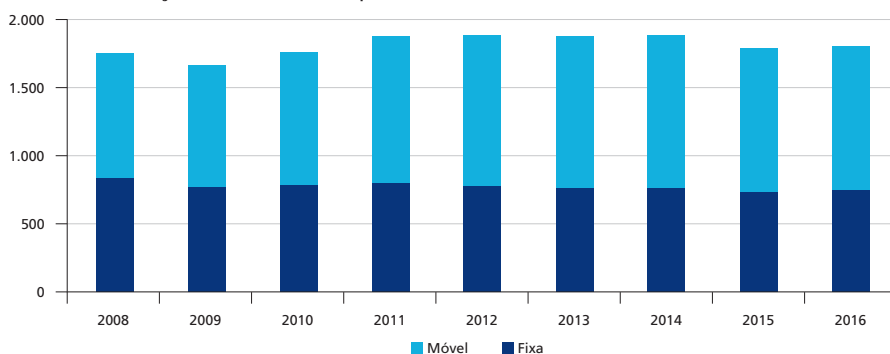
Fornecedores vendem o 5G como uma nova oportunidade de receitas para as operadoras ou até para outras indústrias. Na era digital, as operadoras de telecomunicações ocupam posição essencial, pois são as responsáveis pela criação, manutenção e expansão de tais infraestruturas. Paradoxalmente, com o passar do tempo, essas mesmas empresas vêm sofrendo corrosão de suas receitas e margens. O gráfico 1 mostra a evolução das receitas das operadoras no mundo entre 2008 e 2016, basicamente constantes, apesar ou talvez até em decorrência de todas as

evoluções tecnológicas no período. O gráfico mostra também as diferenças de desempenho das operadoras nos diversos mercados de ações do mundo. De uma perspectiva geográfica, as empresas de telecomunicações na América do Norte e Ásia-Pacífico tiveram o melhor desempenho em termos de preços das ações entre 2012 e 2017. Esse desempenho superior foi ajudado pelo forte crescimento da penetração de *Celular* e pela demanda por serviços de dados móveis na Ásia-Pacífico. A recessão na América Latina e/ou a queda dos preços das *commodities* na África, por sua vez, empurraram para baixo todo o mercado, inclusive o de telecomunicações. Operadoras em todas as regiões ampliaram o portfólio de serviços, tentando capitalizar nos mercados em crescimento com o setor de TV por assinatura, *cloud* ou IoT. O rápido crescimento da adoção de *Celular* e de pacotes conjuntos de serviços fixos, móveis e de TV por assinatura são marcantes nesse período.

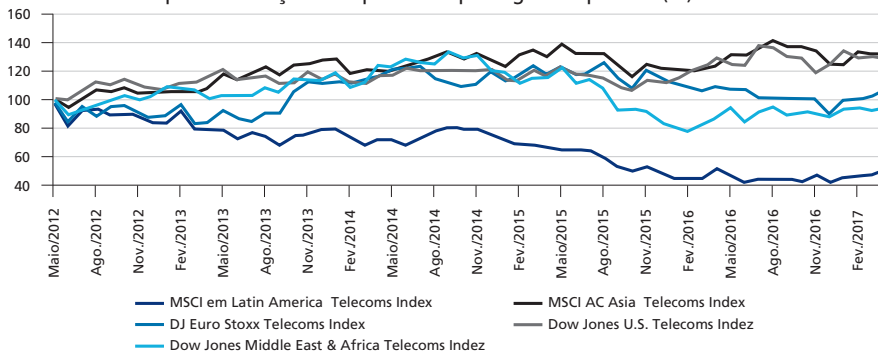
GRÁFICO 1

Alguns dados sobre a evolução de operadoras no mundo

1A – Evolução das receitas das operadoras no mundo (2008-2016) (US\$ bilhões)



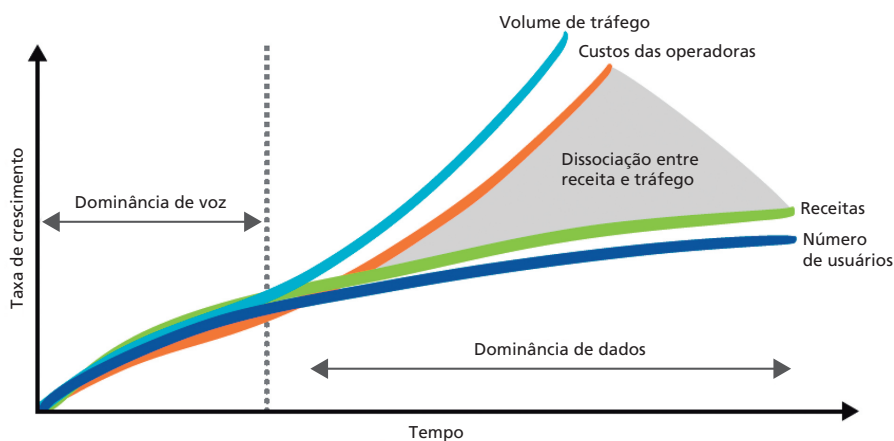
1B – Desempenho das ações de operadoras por região do planeta (%)



Fonte: Ernst and Young Global Limited (EY); Ovum; Capital IQ.

Ainda assim, a demanda de dados por parte dos clientes cresce muito mais rapidamente do que a infraestrutura consegue viabilizar economicamente. Serviços *over-the-top* (OTT), como Netflix, mudaram, há alguns anos, de forma irreversível os modelos de negócios e ofertas para os mercados *business-to-consumer* (B2C) como *business-to-business* (B2B). O uso cada vez maior de vídeos, imagens, dados em geral, tornou realidade o grande medo das operadoras: transformaram-se em transportadoras de *bits* (*bit-pipes*) e perderam uma posição mais nobre, privilegiada e de maior controle na cadeia de suprimentos digitais para outros atores. Antes, tudo dependia exclusivamente das operadoras, hoje não mais. O fato dos serviços OTT existirem em si já seria uma ameaça às operadoras, mas esses mesmos atores não são submetidos às mesmas regulamentações e tarifas a que são submetidas as operadoras. É importante dizer isso, porque, com a introdução do 5G, temos novamente o mesmo dilema, dessa vez ainda mais desafiador, pois o raio de cobertura que uma célula 5G consegue atingir nas frequências destinadas a essa tecnologia é muito menor. Obter coberturas adequadas exigirá investimentos pesados. Não à toa na última década vimos muitas operadoras e fornecedores de equipamentos unirem-se, basicamente por questão de sobrevivência, cortando custos e buscando sinergias para conseguir sobreviver nesse mercado. O serviço de telecomunicações virou *commodity*, mesmo sendo essencial e fundamental para o desenvolvimento de qualquer sociedade ou país.

GRÁFICO 2
Dissociação entre crescimento de tráfego e receitas geradas



Fonte: Accenture.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O negócio telecomunicações definitivamente mudou e isso deve ser levado em consideração pelos reguladores, no intuito de fomentar a inovação e de facilitar a criação de tamanha infraestrutura responsável por sustentar a economia digital. Uma das novas funcionalidades do 5G é aumentar a velocidade de comunicação móvel, conseguindo, em parte, suprir a demanda reprimida.

Em mercados menos desenvolvidos, como na América Latina ou na África, não se vê o mesmo dinamismo de mercados mais maduros, como Japão, Coreia do Sul, China, Estados Unidos ou Europa, no que tange à introdução do 5G. Em um primeiro momento, pode-se ver isso como algo não tão ruim para o mercado como um todo, pelo menos não para os mercados compradores de tecnologia. Estamos falando de um padrão de tecnologia com o qual iremos conviver pelos próximos dez anos. Vale lembrar que a introdução do 3GPP Release 99 (3G básico) no mercado europeu no início dos anos 2000 foi um fiasco. No Brasil, isso somente aconteceu no final de 2007, mas já iniciado de uma forma mais evoluída, 3GPP Release 5, *high speed packet access* (HSDPA), saltando-se etapas, utilizando-se da experiência adquirida em outros mercados, comprando-se tecnologia mais barata, pois já havia adquirido certa escala. Para quem desenvolve a tecnologia ou oferece serviços afins, no entanto, estar atrasado pode ser devastador. O ponto é que tudo acontece com muita velocidade nos dias de hoje, e os mercados ainda precisam ganhar maturidade para incorporar e utilizar as novas tecnologias de forma eficiente, o ecossistema local precisa se desenvolver, as empresas precisam saber como, onde e por que usar as novas tecnologias. Em suma, do ponto de vista regulatório, as peças precisam ser definidas rapidamente, para que o mercado possa pelo menos poder decidir como e quando dar os próximos passos.

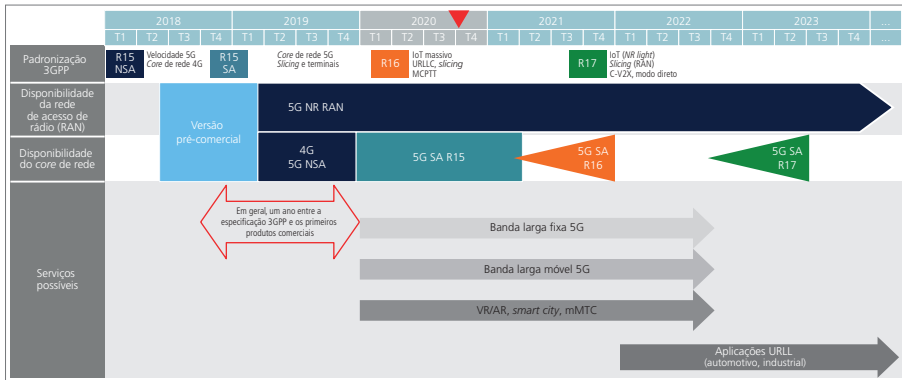
Da mesma forma que os padrões anteriores, o 5G entrará aos poucos, assim que as novas especificações ficarem prontas, e os novos equipamentos forem produzidos, instalados, testados e aprovados pelo mercado. O desafio será encontrar as aplicações que fomentarão a necessidade dos investimentos. No momento, o que se observa são as instalações mundo afora das primeiras redes 5G nos mercados que conseguiram realizar os leilões de frequências e viabilizá-los economicamente.

2.2 Roadmap genérico da padronização 3GPP e de equipamentos

A figura 2 resume a situação da padronização 5G, que acontece costumeiramente em fases, ou *releases*. A primeira especificação do 5G comercialmente disponível a partir do primeiro trimestre de 2019 é o Rel-15 NSA 5G NR (*non-standalone 5G new radio*), em que se vê uma nova interface aérea (novo rádio) se conectando às atuais redes 4G como *core* de rede. Essa especificação foi finalizada em dezembro de 2017. A especificação Rel-15 5G SA, por sua vez, é 100% 5G, pois além da interface aérea 5G também se conecta ao *core* de rede 5G. É uma especificação

muito aguardada pela indústria em geral, que objetiva utilizar o padrão em redes privadas, para as quais também é necessário adquirir frequências.

FIGURA 2
Roadmap genérico de padrões 3GPP e disponibilidade de serviços associados



Fonte: Qualcomm e 3GPP.

Elaboração do autor.

Obs.: RAN – radio access network; VR/AR – virtual reality/augmented reality; mMTC – massive machine type communication.

Uma vez estabelecido o que cada especificação do padrão deve conter em termos de funcionalidades, após verdadeiras batalhas estratégicas nos vários grupos de trabalho do 3GPP com especialistas das operadoras, dos fornecedores e da academia, os fornecedores correm contra o tempo para lançarem os seus respectivos produtos e serviços. Em geral, os primeiros produtos comerciais chegam ao mercado um ano após a finalização da especificação, mas um pouco antes já é possível testar e experimentar com versões pré-comerciais. O fato é que os fornecedores já entram nas reuniões defendendo seus interesses, isto é, dos produtos que já estão sendo desenvolvidos, em paralelo com as especificações.

As especificações ditam quando e quais aplicações conseguem ser realizadas. As funcionalidades mais sofisticadas do 5G, como sua utilização em redes privadas na indústria em aplicações de baixa latência ou a introdução de carros autônomos, estão disponíveis a partir do Rel-16 ou do Rel-17, respectivamente.

2.3 Principais aplicações 5G

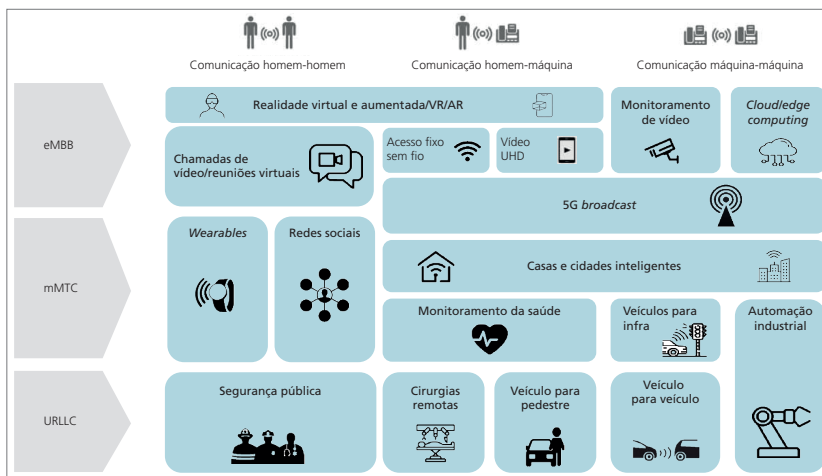
A padronização definiu basicamente três grandes grupos de aplicações (Hibberd, 2019), conforme descrito a seguir.

- 1) Banda larga móvel extra veloz (*enhanced mobile broadband – eMBB*): esse grupo de aplicações ganha com a melhoria do tráfego de dados, propiciado pelo ganho da eficiência espectral. São aplicações que pedem cobertura adequada de sinais e são tipicamente móveis.

- 2) Comunicação massiva em escala (mMTC): esse grupo de aplicações trata da adoção massiva da IoT em quaisquer verticais de mercado. Exige recepção dentro dos ambientes (*indoor*), grande cobertura de sinais e alta densidade de aparelhos.
- 3) Comunicação ultraconfiável de baixa latência (*ultra-reliable low-latency communications* – URLLC): as aplicações típicas aqui são de missão crítica, que requerem latências muito baixas e alta confiabilidade e segurança na comunicação.

A figura 3 exemplifica algumas aplicações vislumbradas para cada um dos três grupos mencionados, lembrando que muitas aplicações ainda não foram nem imaginadas. Diante do que foi exposto na seção que trata das padronizações, fica mais fácil compreender quando e como as aplicações 5G poderão entrar nos respectivos mercados. Nesse primeiro momento, a aplicação mais comum e mais natural é o acesso banda larga nos *smartphones* 5G, ou seja, basicamente o mesmo que temos neste momento, porém bem mais rápido. O acesso banda larga fixa também já é oferecido pelas operadoras a partir de pequenos *customer premises equipments* (CPEs), que captam os sinais 5G e os espalham nas residências e nos escritórios por meio de Wi-Fi.

FIGURA 3
Grupos de aplicações 5G e potenciais serviços associados



Fonte: Hibberd (2019); Qualcomm; Ericsson; e 5G Americas.
Elaboração do autor.
Obs.: UHD – *ultra high-definition*.

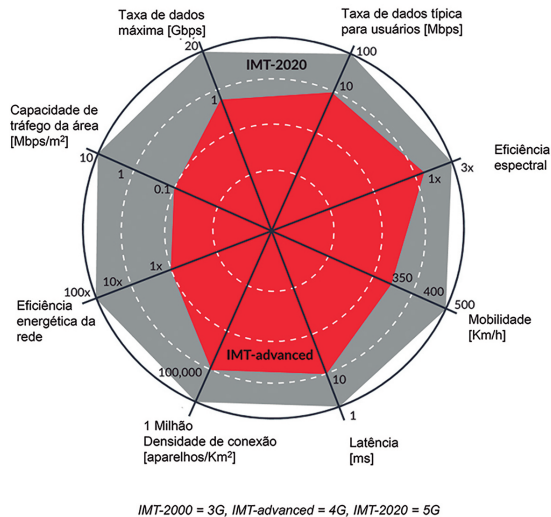
À medida que os novos padrões adentram no mercado, novas funcionalidades podem ser incorporadas e novos serviços podem aparecer, para as mais diferentes indústrias.

2.4 Quais são as principais características do 5G

O 5G traz alguns avanços tecnológicos muito interessantes quando o comparamos com o 4G, o que gera grandes expectativas. Entre elas, destacam-se:

- baixa latência do 5G: redes confiáveis de baixa latência garantem tempos de resposta rápidos para aplicações de tempo crítico, como veículos autônomos ou robôs, que dependem disso;
- maior velocidade na banda larga móvel 5G: aplicações especiais que requerem grande quantidade de dados em movimento são habilitadas, como aplicativos de realidade virtual ou realidade aumentada (VR/AR);
- *network slicing*: será possível falar de *network as a service*, em que sub-redes virtuais podem ser adaptadas para suportar aplicações únicas com diferentes necessidades de rede, ou seja, cada serviço pode ter uma rede adaptada às suas reais necessidades específicas;
- redes em malha 5G: espera-se uma densidade maior de conexões, em que os dispositivos sejam capazes de se conectar uns aos outros e melhorem as redes existentes, criando novas aplicações; e
- localização 5G: haverá suporte para localização em rede no espaço tridimensional, com precisão de 1 metro a 10 metros em 80% das ocasiões, e melhor que 1 metro para *indoor*.

FIGURA 4
Melhorias nas principais funcionalidades do 4G (IMT-Advanced) para o 5G (IMT-2020)



Fonte: Hibberd (2019).

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Entre as principais características apresentadas, talvez *network slicing* ou conceito de rede central “nativa na nuvem”, seja a mais importante. A capacidade de implantar redes virtuais de ponta-a-ponta (*slices*) sobre uma infraestrutura promete desbloquear um novo mundo de serviços empresariais e potencialmente novas receitas para as operadoras móveis. Para que isso aconteça, as operadoras não devem apenas implantar 5G, mas também reformular seus sistemas de suporte operacional e de negócios no *backend* (*operations support systems/business support systems – OSS/BSS*). Um *slice* é uma rede personalizada, em que os clientes podem solicitar parâmetros específicos, de acordo com o serviço prestado, incluindo taxa de dados, qualidade de serviço (*quality of service – QoS*), latência, confiabilidade e segurança, que podem ser configurados e gerenciados dinamicamente. A princípio, essa funcionalidade está disponível no Rel-15 SA, mas de forma mais madura somente no Rel-16.

FIGURA 5

Exemplo de sub-redes alocadas dinamicamente para um serviço de carro autônomo



Fonte: Hibberd (2019). Disponível em: [freepik.com](https://www.freepik.com).

Obs.: Baseado em desenho da Vodafone.

2.5 Faixas de frequências licitadas e valores em alguns mercados mundiais

Desde meados de 2018, vem acontecendo leilões de frequência para a operação do 5G nos mais diversos países. Basicamente, fala-se em três faixas de frequências para o 5G, que podem variar de país para país, de acordo com a disponibilidade local. Busca-se a harmonização das frequências em todo o mundo, para que os equipamentos e celulares possam trabalhar em frequências similares e consequentemente baratear os custos com economias de escala. Cada faixa de frequências tem as suas características físicas, que, por sua vez, limitam as possíveis aplicações nas respectivas faixas (Huawei, 2020), conforme destacado a seguir.

1) Faixa abaixo de 1 gigahertz (GHz):

- espectro que oferece ampla cobertura de área e penetração interna/*indoor*. Assim, adequada para todos os tipos de aplicações, banda larga móvel (eMBB) urbana e no campo, comunicação em massa (mMTC) e aplicações altamente confiáveis de baixa latência (URLLC);
- bandas principais 700 megahertz (MHz) na Europa e 600 MHz nos Estados Unidos;
- implantação de rede mais barata, maior cobertura de células, melhor propagação de sinais; e
- a disponibilidade do espectro é bastante limitada.

2) Faixa de 1 GHz a 6 GHz:

- propicia boa cobertura e é adequada para implantações urbanas densas, porém pior que a faixa abaixo de 1 GHz;
- foco em 3,3-3,8 GHz, 3,8-4,2 GHz e 4,5-5 GHz; e
- taxas de pico de 1 gigabits per second (Gbps), para suporte a casos de uso de eMBB.

3) Faixa acima de 6 GHz (cerca de 24 GHz):









- primeira vez que se utiliza este espectro (24-100 GHz) para redes móveis;
- taxas de pico mais altas que 10 Gbps, portanto boas para eMBB ou acesso sem fio fixo. As taxas são mais altas, pois nessa faixa do espectro a banda licitada contígua é maior e há frequências disponíveis; e
- as redes nessas frequências acabam sendo utilizadas para redes locais, pois a propagação dos sinais é ruim e exige um grande número de células (investimento) para a cobertura de uma grande área, além de serem ruins na penetração de ambientes internos. Passam a ser o alvo de redes 5G privadas e locais e nada adequadas para aplicações que exigem grande área de cobertura.

Esse ecossistema sugere que poderemos ver novas operadoras aparecendo, dedicadas a serviços de banda larga fixa (*fixed wireless access* – FWA), por exemplo.

A tabela 1 lista uma série de países, as respectivas faixas de frequência, o espectro licitado, bem como sua relação (preço/MHz/população), que indica a relação do preço pago e do espectro licitado com o tamanho da população do país. Dessa forma, é possível comparar, em parte, o que os diferentes países pagaram pelo espectro.

É possível observar que o preço indicado para a faixa de 700 MHz na Itália se deslocou dos demais países na tabela, exatamente por ser uma frequência nobre no que tange à comunicação móvel. Da mesma forma, pode-se observar o outro extremo, na faixa de frequências de 26 GHz a 28 GHz. A quantidade de espectro disponível nessa faixa é enorme, o que propicia velocidades altíssimas. Contudo, como as frequências não são adequadas à larga propagação, o que exige maior investimento em infraestrutura de rede, o preço do espectro é menor.

TABELA 1
Comparação entre licitações de frequências 5G em alguns dos principais mercados globais

País	Data	Faixa de espectro	Espectro licitado (MHz)	Total gasto (US\$ bilhões)	População (milhões)	Preço/MHz/população ²
 Inglaterra	Abril/2018	3,6-3,8 GHz	150	1,480	66,95	0,147
 Coreia do Sul	Junho/2018	3,5 GHz 28 GHz	280 2.400	2,700 0,600	51,34	0,188 0,005
 Espanha	Julho/2018	3,6 - 3,8 GHz	200	0,512	46,44	0,055
 Finlândia	Outubro/2018	3,4 - 3,8 GHz	390	0,088	5,56	0,041
 Itália	Outubro/2018	700 MHz 3,7 GHz 26 GHz	60 200 1.000	2,300 4,990 0,187	59,22	0,647 0,421 0,003
 Austrália	Dezembro/2018	3,6 GHz	125	0,611	25,09	0,195
 Suíça	Janeiro/2018	700 MHz 1.400 MHz 3,5 GHz	80 75 300	0,380	8,42	0,099
 Alemanha	Junho/2018	2 GHz 3,6 GHz	120 300	2,680 4,716	82,80	0,270 0,190

Fonte: Hibberd (2019).

Notas: ¹ Em US\$ bilhões.


² Em milhões.

2.6 Atividades em redes privadas 5G em alguns mercados mundiais

Até o momento, na Europa, a Alemanha claramente tomou a iniciativa no que tange à definição de regras para a aquisição de frequências 5G para o uso em redes privadas. A preocupação com o posicionamento competitivo das indústrias, no contexto da Indústria 4.0, foi fator preponderante para a celeridade do processo. A Agência Reguladora Federal Alemã (Bundesnetzagentur), que é responsável pela concessão das frequências no país, reservou as faixas de 3.700 MHz-3.800 MHz para potenciais operadoras de redes regionais, empresas ou *startups*, enquanto ainda analisa o que fará com a faixa de 26 GHz. O procedimento é relativamente

simples e o processo demora cerca de dois meses para a aquisição das frequências. Até agosto de 2020, 33 empresas (incluindo universidades) haviam comprado licenças privadas para frequências 5G, entre as quais encontram-se empresas como Bosch, BMW, BASF, Lufthansa, Siemens e Volkswagen. A tabela a seguir resume algumas das principais iniciativas na Europa e traz também algumas informações sobre o Japão e a Austrália.

QUADRO 1
Algumas informações em alguns países acerca do uso de 5G em redes privadas

	País	Faixa de espectro	Comentário
	Alemanha	3,7 GHz-3,8 GHz	Empresas como Bosch, Mercedes, BMW, Lufthansa, BASF, Siemens e Volkswagen já compraram frequências. O máximo espectro reservado pela agência reguladora BNetzA nesta faixa é de 100 MHz. A faixa de 26 GHz ainda está sendo avaliada.
	França	2,6 GHz	O operador de aeroportos, grupo ADP, recebeu 40 MHz para dez anos de uso nos aeroportos de Paris. Électricité de France (EDF), concessionária de energia elétrica, recebeu 20 MHz para dez anos no espectro 2,6 GHz TDD, na planta nuclear de Blayais. A empresa de mobilidade TransDev recebeu 20 MHz no espectro de 2,6 GHz em Rouen. Airbus e a companhia de trens Société Nationale des Chemins de fer Français (SNCF) já se posicionaram a favor de redes privadas, mas ainda não possuem frequências.
	Holanda	3,4 GHz-3,45 GHz; 3,75 GHz-3,8 GHz	Frequências reservadas para o uso local, no entanto, isto é, aquelas na faixa de 3,5 GHz, somente serão liberadas em 2022.
	Suécia	3,72 GHz-3,8 GHz	80 MHz serão reservados. O processo foi inicialmente planejado para setembro de 2020.
	Inglaterra	3,8 GHz-4,2 GHz	40 MHz serão dedicados para redes locais. A faixa inferior dos 26 GHz também será reservada para acesso privado.
	Japão	3,7 GHz 26 GHz 28 GHz	No Japão, as empresas já podem entrar com pedido para frequências desde dezembro de 2019. Fujitsu anunciou, em fevereiro de 2020, que recebeu a primeira frequência para redes privadas 5G na faixa de 28,2 GHz-28,3 GHz. A Nokia está construindo um ecossistema de parcerias para possibilitar redes LTE e 5G para clientes industriais e para o governo no Japão.
	Austrália	3,7 GHz 26 GHz 28 GHz	O regulador australiano disse que haverá oportunidades de novos entrantes no mercado 5G, incluindo em verticais específicas, como na mineração, em que já se usa redes privadas.

Fonte: 5G Observatory, 2020. Disponível em: <https://5gobservatory.eu>.

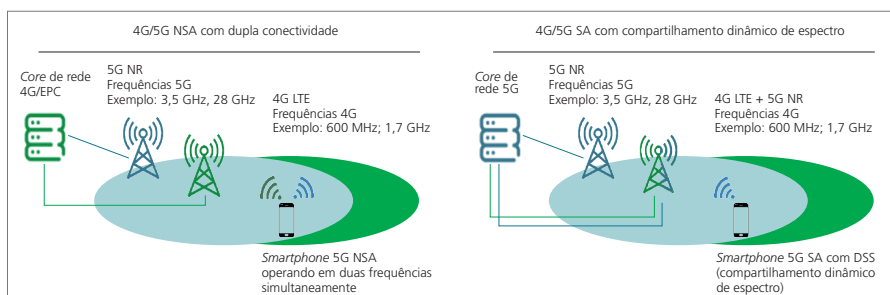
2.7 Transição do 4G para o 5G

Graças a inovações no padrão 5G, que permitem uma evolução em fases e interoperabilidade estreita com as atuais redes 4G LTE, o 5G deve realizar a transição mais suave de todos os tempos. O processo se dá da seguinte forma.

- Primeira fase: 5G NSA e dupla conectividade 4G/5G simultânea.

O Release 15 permite que sejam utilizadas novas estações rádio-base 5G, com tecnologia mais avançada, conectadas ao *core* de rede 4G já instalada. Nessa forma de operação, temos aparelhos com as conexões 4G e 5G simultâneas, enviando e recebendo dados ao mesmo tempo, cada qual nas suas respectivas frequências, agregando o conteúdo no aparelho. Assim, os usuários conseguem velocidades maiores do que usando somente um dos rádios separadamente. Naturalmente novos aparelhos celulares são necessários. Nessa modalidade, as operadoras vão montando suas operações aos poucos, criando ilhas de cobertura 5G.

FIGURA 6
Migração do 4G para o 5G



Fonte: Hibberd (2019).

- Segunda fase: 4G/5G SA com compartilhamento dinâmico de espectro.

Nesse modo de operação, o 5G utiliza o espectro atualmente usado pelo 4G LTE, por meio da funcionalidade *dynamic spectrum sharing* (DSS) ou do compartilhamento dinâmico de espectro, acelerando a transição para o 5G. No DSS há uma coexistência de ambos os padrões na mesma frequência, ao mesmo tempo, fazendo com que as estações rádio-base e a rede consigam compartilhar dinamicamente os recursos entre os usuários 4G e 5G em cada célula. Tanto o 4G LTE quanto o 5G usam modulação *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM), o que propicia essa metodologia. O 5G DSS transforma uma banda de frequências hoje usada para o 4G em uma de 5G, e apesar de sobrecarregar a operação e as capacidades transmitidas, o benefício de transição e de cobertura são compensados. É utilizada em mercados em que ainda não há definição com relação às frequências 5G ou como forma de aumentar a cobertura 5G mais rapidamente, até que as novas células 5G estejam instaladas e operando.

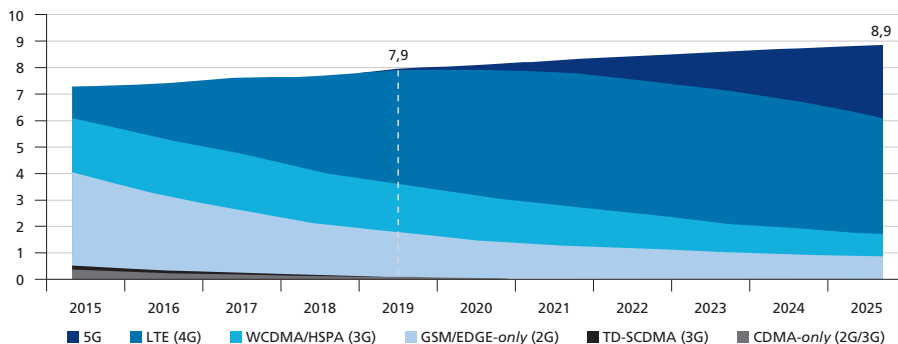
2.8 Situação do 5G no mundo

De acordo com os recentes relatórios trazidos pela Ericsson, estima-se que serão 2,8 bilhões de usuários 5G até o final de 2025, representando cerca de 30% do número total de usuários móveis do mundo. Espera-se que os usuários migrem

mais rapidamente para 5G quando comparado ao 4G LTE, também pelas metodologias anteriormente explicadas.

As expectativas de mercado foram reduzidas com os efeitos da covid-19, mas somente no curto prazo. A primeira metade de 2020 impactou todos os ramos da sociedade de forma global, assim como o mercado das telecomunicações. Ainda assim, as operadoras continuam lançando seus serviços 5G e a previsão era de chegar a cerca de 190 milhões de usuários 5G até o final de 2020. Isso se deve, principalmente, ao rápido avanço da tecnologia na China, onde os efeitos da pandemia foram menores em termos econômicos. Em contrapartida, vários leilões de espectro na Europa foram adiados, reduzindo as estimativas para 2020 e 2021 na Europa e na América do Norte.

GRÁFICO 3
Número de usuários móveis por tecnologia
(Em bilhões)



Fonte: Ericsson Mobility Report, 2020.

Ainda assim, de acordo com a Associação Global dos Fornecedores para a Indústria Móvel (Global Semiconductor Alliance – GSA), até agosto de 2020 foram contabilizadas 96 operadoras em 41 países/territórios oferecendo serviços 5G comercialmente.

A figura 7 mostra que em grande parte dos países europeus há alguma operação 5G em andamento, utilizando equipamentos NSA comerciais no espectro de 3,5 GHz. Essas operações se iniciaram entre meados de 2019 até meados de 2020 em grande parte dos casos. Já no gráfico 3, é possível verificar as operações 5G comerciais e pré-comerciais no mundo.

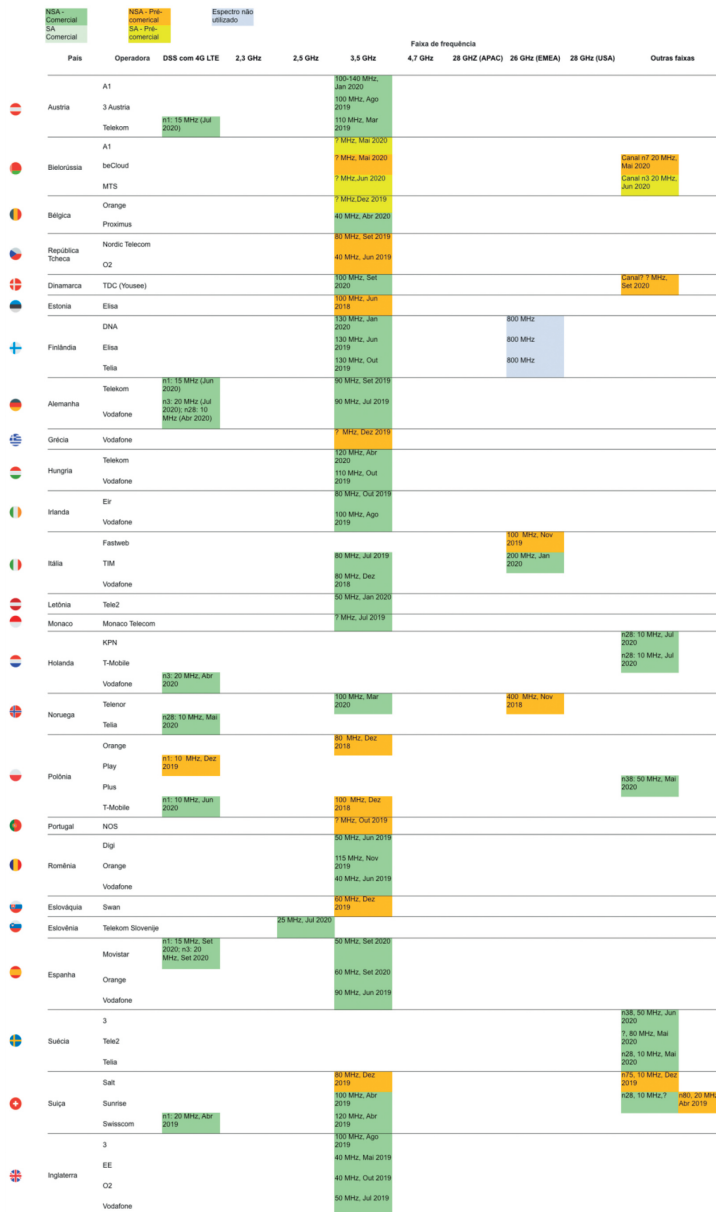
a segunda cidade coberta na China. A primeira tinha sido Shenzhen, onde foram instaladas 46.500 estações rádio-base 5G. Shenzhen tem mais de 12 milhões de habitantes e é sede das gigantes Huawei Technologies, ZTE e Tencent Holdings, esta última a quinta maior empresa de internet do mundo após Amazon, Google, Alibaba e Ebay. Claramente o foco da China é se tornar exemplo para o mundo no uso do 5G, como forma de influenciar mercados para o uso de tecnologia fabricada por seus fabricantes, que enfrentam no mundo ocidental pressão política e boicote.

Na maioria dos mercados até o momento, o 5G está disponível para os planos mais sofisticados, em alguns somente para planos de dados ilimitados. Os aparelhos celulares custam sem planos de dados cerca de € 500,00 na Europa, mas estima-se que em dois anos os mercados serão inundados por *smartphones* 5G. O 5G tem sido precificado como um serviço *premium* sobre o 4G LTE. Na Coreia do Sul, a SK Telecom, por exemplo, assegurou direitos exclusivos para transmissões de eventos *e-sports* aos novos clientes 5G, que essencialmente são competições usando *videogames*.

Além das redes comerciais, muito tem se experimentado com o tema 5G nas mais diversas verticais de mercado, em que se prevê ganho de produtividade e eficiência num futuro próximo. Uma dessas verticais é o setor de transporte aéreo, em que se pensa na utilização de redes públicas e/ou privadas. Vários projetos pilotos foram ou estão em andamento, como por exemplo nos aeroportos de Manchester, Heathrow e Gatwick, na Inglaterra, no aeroporto de Wellington, na Nova Zelândia ou o novo Daxing International, em Pequim. O 5G já está aprimorando aplicativos existentes para comunicações de aeronaves, operações aeroportuárias, gerenciamento de bagagem e o processamento de passageiros. As novas funcionalidades do 5G, que darão outro significado para a IoT, como administrar, por exemplo, até um milhão de conexões por quilômetro quadrado, em conjunto com outras tecnologias como inteligência artificial, *big data* e *analytics*, *edge* e *cloud computing*, possibilitarão muitas novas aplicações (GSMA, 2019b).

Além disso, o tema vem sendo avidamente testado quando se fala em indústrias inteligentes. A Mercedes-Benz, na Alemanha, em conjunto com a Telefonica e a Ericsson criaram o projeto Factory 56 Daimler, com o intuito de constuir uma fábrica completamente automatizada (Rodriguez, 2019). O tema vem sendo seguido de perto pelas empresas automobilísticas. Na Coreia do Sul, as empresas SK Telecom, Ericsson e BMW testaram em carros conectados viajando a 170 km/h taxas de dados de até 3,6 Gbps. O tema também é estudado em conjunto com sistemas de segurança, que alertam sobre a presença de pedestres, ciclistas e objetos na pista, além de entretenimento ou guias turísticos virtuais.

FIGURA 8
Operações 5G na Europa (até set./2020)¹



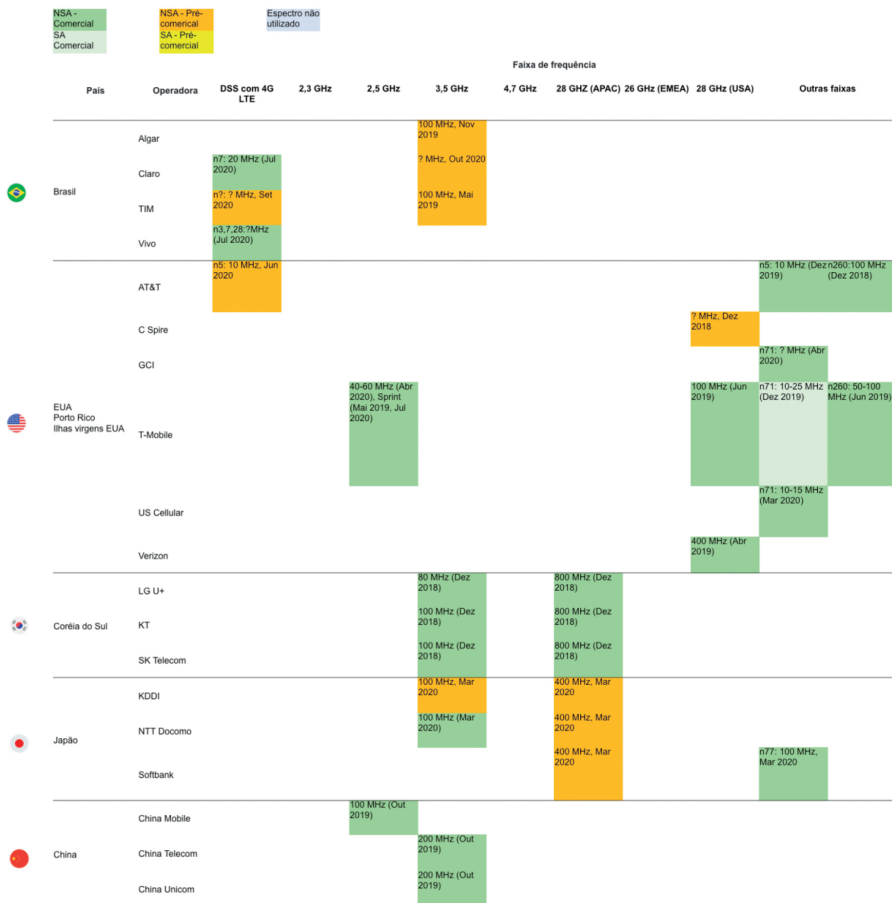
Fonte: Wikipedia. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_5G_NR_networks#cite_note-SM_Frequencies_ITU_3-3.

Nota: ¹ n3: 1,8 GHz FDD; n7: 2,6 GHz FDD; n28: 700 MHz, FDD; n38: 2,6 GHz, TDD; n75: 1,5 GHz, SDL = FDD Supplemental Downlink; n80: 1,8 GHz, SUL = FDD Supplemental Uplink.

Obs.: 1. Lista não exaustiva.

2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

FIGURA 9
Algumas operações 5G nas Américas e na Ásia (até set./2020)¹



Fonte: Wikipedia. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_5G_NR_networks#cite_note-SM_Frequencies_ITU_3-3.

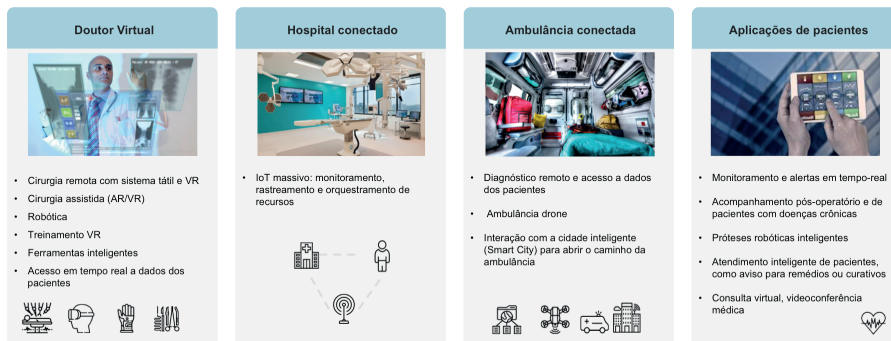
Nota: ¹ n5: 850 MHz FDD; n71: 600 MHz FDD; n77: 3,7 GHz TDD; n260: 39 GHz.

Obs.: 1. Lista não exaustiva.

2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Com o problema recente da pandemia da covid-19, algumas necessidades ficaram mais evidentes, como a infraestrutura necessária para o teletrabalho ou o ensino a distância. O tema da saúde naturalmente tomou outra dimensão e futuras aplicações começam a criar asas.

FIGURA 10
Potenciais aplicações habilitadas com o uso do 5G em serviços médicos



Fonte: Freepik. Disponível em: freepik.com.

Elaboração do autor.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

2.9 Compartilhar é preciso

O compartilhamento de rede tem sido intensamente praticado durante as implantações de todas as redes móveis de gerações anteriores, tornando-se quase que obrigatória e recorrente na última década. O mesmo não podia ser diferente com a bola da vez, as redes 5G.

A alta concorrência nos mercados de telecomunicações obrigou o compartilhamento de infraestrutura entre os diferentes tipos de rede, seja em operadoras de telefonia móvel, fixa ou a cabo. Se essa não era uma prática muito comum há vinte anos com a introdução das redes 3G, com o passar do tempo foi ficando cada vez mais habitual, sempre com o objetivo de redução de despesas operacionais e de investimento, chegando a valores na faixa de 20% a 30%, de acordo com Berc (2018).

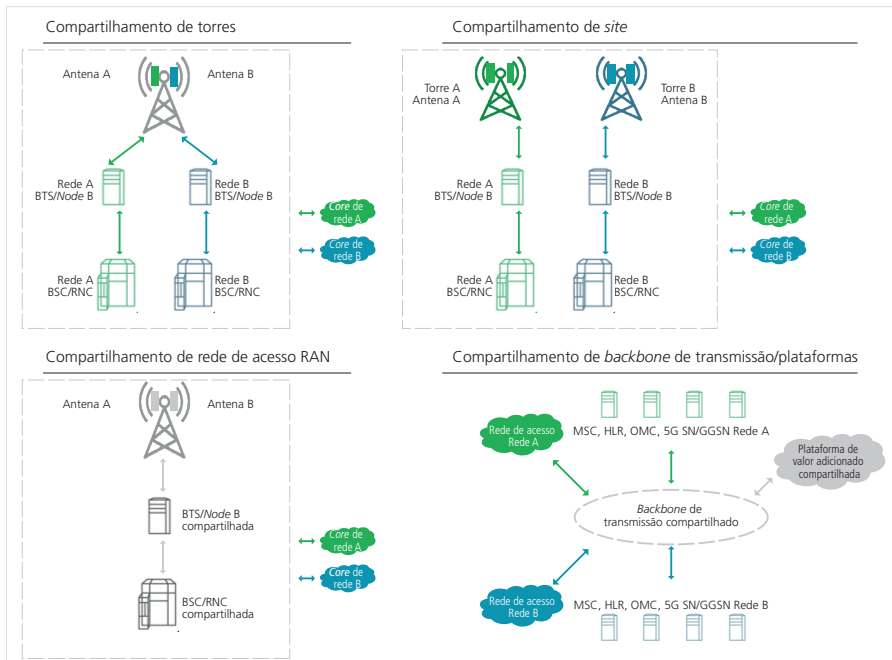
Entre as formas de compartilhamento temos o passivo, ativo e de espectro. O primeiro tipo é mais comum, pois trata-se do compartilhamento de torres de antenas, postes, gabinetes, fonte de energia e infraestrutura física. O compartilhamento ativo de redes considera as redes propriamente ditas, as redes de acesso, transporte, fibras ópticas, equipamentos e em alguns casos até espectro de frequências. Componentes passivos podem ser responsáveis por até 50% de todos os custos das redes, portanto a redução de custos de até 30% poderia reduzir o custo total até 15%.

Além dessas formas de compartilhamento indicadas, a *roaming* também é um método de compartilhamento de infraestrutura, em que um usuário de uma

operadora móvel pode entrar em uma área não coberta por sua operadora e ainda assim ter os serviços providos.

Além da possibilidade de diminuir custos e potencialmente melhorar a cobertura das operadoras, melhorando a qualidade de serviços e até os preços, sem contar com o efeito positivo em termos ambientais, reguladores precisam ficar atentos às questões de concorrência. Embora muitas vezes o compartilhamento de infraestrutura precise ser avaliado caso a caso, de uma forma geral, o compartilhamento passivo de torres e *sites* são encorajados e permitidos por reguladores. O compartilhamento completo de redes de acesso nem sempre.

FIGURA 11
Principais tipos de compartilhamento de infraestrutura



Fonte: Mobile Infrastructure Sharing GSMA.

Com o processo de densificação associado às altas frequências de transmissão do 5G, teremos como resultado maior demanda por *sites* e aumento das capacidades da rede de transporte até os respectivos *sites*. De acordo com GSMA (2019a), uma célula operando a 20 GHz terá somente um terço do raio de cobertura comparado a uma célula operando a 3,5 GHz. Isso significa dizer, *grosso modo*, que 9 células em 20 GHz são necessárias para cobrir a mesma área com 3,5 GHz.

As estimativas conservadoras da GSMA preveem que o número de *sites* deve crescer 50%. Como a infraestrutura de estações rádio-base geralmente representa a maior parte dos investimentos, será prudente considerar formas de compartilhar custos, sejam passivos ou ativos.

Antes do 5G, Berek (2018), que é um órgão de reguladores europeus das telecomunicações, reportou a experiência de alguns países europeus sobre a questão de compartilhamento de infraestruturas. Os casos variam bastante, porém chega-se a números bem impressionantes, conforme mencionado adiante.

- Economias com o compartilhamento passivo de infraestrutura: (16%-35%) *capital expenditure* (Capex), (16%-35%) *operational expenditure* (Opex).
- Economias com compartilhamento ativo de infraestrutura (exceto espectro): (33%-35%) Capex, (25%-33%) Opex.
- Economias com compartilhamento ativo de infraestrutura incluindo espectro: (33%-45%) Capex, (30%-33%) Opex.
- Economias com o compartilhamento do *core* foram reportadas como limitadas, de acordo com o órgão regulador suíço.

A virtualização das redes 5G (*network function virtualisation* – NFV e *software defined networking* – SDN), no conceito de redes virtuais ou *slices*, podem acelerar o processo de compartilhamento nas redes, pois propicia uma operadora a usar um *hardware comoditizado*, enquanto utiliza instâncias lógicas para definir a rede desejada pelo serviço oferecido de ponta-a-ponta. O 5G possibilita mais oportunidades de compartilhamento de redes 5G em comparação com as tecnologias predecessoras, abrindo novas possibilidades para modelos de negócios no atacado, na medida em que os serviços e as funcionalidades podem ser customizadas com o nível de qualidade desejado, para endereçar diferentes mercados com necessidades específicas. Essas funcionalidades serão, no entanto, vistas num segundo momento, uma vez que as redes já estejam montadas e operando. As maiores oportunidades de compartilhamento de infraestrutura serão no início do compartilhamento passivo e *backhaul* de fibras ópticas. Mais adiante, espera-se vários modelos de *mobile virtual network operator* (MVNO) para locação de ativos das redes 5G, que serão provavelmente bem diferentes dos modelos usados no momento.

Algumas iniciativas já se tornaram públicas nos mais diversos mercados mundiais.

- Europa: a empresa sueca Net4Mobility, formada pela Tele2 e Telenor, foi criada para ser a base da infraestrutura para suas redes celulares. As operadoras esperam, assim, continuar com o desenvolvimento conjunto da rede 5G em 2020. Na Inglaterra, Vodafone e Telefonica estão compartilhando infraestrutura passiva e ativa das redes 5G, reduzindo investimentos e causando menores impactos ao meio ambiente. Orange e Proximus, na Bélgica, planejam juntar suas redes para implantar o 5G em todo o país, compartilhando os custos de investimento. Na Espanha, Vodafone e Orange chegaram a um acordo no compartilhamento das redes móveis e fixas, incluindo redes de banda larga em fibra óptica *fiber to the home* (FTTH). A gigante inglesa Vodafone operacionalizou, em maio de 2020, a empresa TowerCo, que agora detém a maior quantidade de torres da Europa, totalizando 61.700 torres em dez países, sendo quase 76% desses *sites* nos quatro principais mercados da Vodafone: Alemanha, Itália, Espanha e Reino Unido. A empresa acredita que dessa forma o processo de compartilhamento de redes pode ser facilitado, acelerando a implantação do 5G por meio de seus principais mercados.
- Ásia: nos países líderes na implantação de redes 5G, isto é, Coreia do Sul, Japão e China, os governos encorajam a construção e o compartilhamento de infraestrutura para redes 5G. As três principais operadoras chinesas são sócias na empresa conjunta de torres de antenas, a China Tower Corp. As operadoras sul-coreanas SK Telekom, KT, LG U+ e SK Broadband possuem um acordo de infraestrutura compartilhada para evitar investimentos redundantes nas implantações de redes 5G. No Japão existe uma parceria entre a KDDI e a Softbank, em que as empresas coparticipam da empresa 5G Japan Co, responsável por montar suas redes 5G, buscando cobertura adequada, também na área rural.

2.10 Compartilhamento de ativos no contexto de redes privadas e públicas

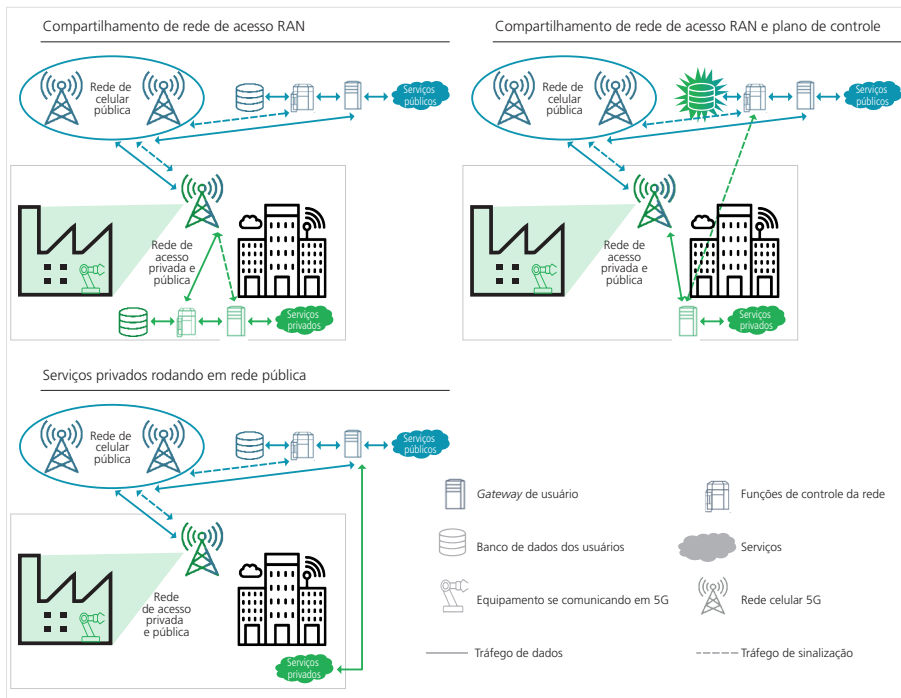
Muito se fala no uso do 5G como infraestrutura fundamental no contexto da Indústria 4.0 e sobre sua competitividade. O tema Indústria 4.0 será mais profundamente tratado nas seções a seguir, mas, neste momento, é importante somente salientar que uma possível estratégia é o compartilhamento de redes de acesso com redes públicas e privadas em cenários industriais, não sendo sempre necessária a criação de redes próprias ou a compra de frequências, como as iniciativas mencionadas na seção *Atividades em redes privadas 5G em alguns mercados mundiais*. Nesse momento, tudo ainda é novidade e grandes conglomerados industriais buscam

vantagem competitiva, iniciando e ganhando experiências com essas novas possibilidades tecnológicas. O foco quase obsessivo do mercado no momento é implementar redes próprias privadas 5G. No contexto do uso do 5G de forma mais vasta, grande parte das indústrias e dos negócios, no entanto, não construirá redes próprias, mas ainda assim poderá usufruir da tecnologia para criar novos negócios e alavancar os atuais. A maior preocupação da indústria, de forma geral, é que informações industriais sigilosas possam vazar para fora do ambiente seguro de seus domínios físicos.

A figura 12 mostra três possíveis formas de interação e compartilhamento entre as redes privadas 5G em ambiente privado e as redes públicas das operadoras. No modelo mais conservador (no alto à esquerda), os dados da empresa não saem dos domínios dela, mesmo com o compartilhamento da rede de acesso das operadoras. No modelo no alto à direita, o banco de dados dos clientes está fora do ambiente privado, mas o tráfego de dados também não sai da empresa. O controle da rede celular é realizado pela rede pública. No cenário embaixo e à esquerda, os clientes da rede privada também são clientes das redes públicas e os dados circulam mais livremente. A decisão por um dos possíveis cenários depende de uma série de fatores, conforme descrito adiante.

- Necessidade dos dispositivos da rede privada de acessar outras redes: a capacidade de interagir com outros serviços fora da área de cobertura privada pode ser uma necessidade, como por exemplo em um serviço de *streaming* de vídeo.
- Por ocasião do compartilhamento de redes, o tráfego em uma rede pode impactar o tráfego em outra rede, a não ser que ele seja isolado. Esse isolamento pode ser feito de forma lógica, embora ainda assim a mesma rede física é compartilhada ou segredada completamente de forma física.
- Um fator que pode ser vital é o acesso a funções de operação e manutenção da rede e o grau de controle e liberdade para administrar funções da rede privada.
- Privacidade e segurança de dados são importantes para implantação industrial e confidencialidade dos dados. Nesses casos, é condição fundamental saber por onde a informação circula e se isso é respeitado.

FIGURA 12
Possíveis tipos de compartilhamentos entre redes públicas e privadas



Fonte: 5G Alliance for Connected Industries and Automation, 2019.

2.11 A cadeia de valor na era do 5G

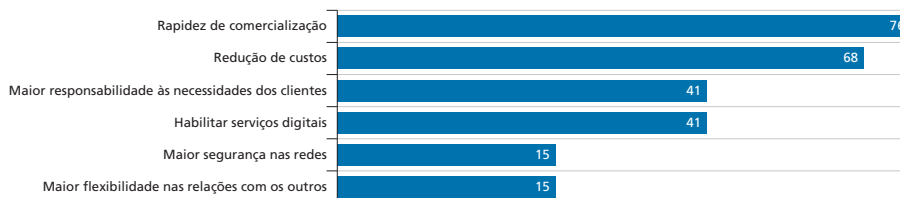
Discorrer sobre o tema fornecedores no mercado de telecomunicações nos tempos atuais é falar primeiramente do que vem acontecendo na última década no ambiente competitivo de negócios, em que se compete basicamente em nível de cadeia de suprimentos, algo indicado por Christopher (2007) há mais de dez anos. Segundo o autor, em economias digitais os sistemas de fornecimento com valor agregado precisam ser mais responsivos aos mercados, em rápida transformação. Esse efeito se intensificou ainda mais na última década com a globalização. As tendências apontadas na ocasião continuam a vigorar, como progresso contínuo da capacidade de processamento dos processadores e o aumento da parcela de *software* em produtos e sistemas, indicada por Picot *et al.* (2000). Os ciclos de inovação e de vida dos produtos continuam se reduzindo. Espera-se que a própria adoção do 5G seja acelerada, quando a comparamos com o que se passou com as tecnologias anteriores.

Se a globalização permite que todos tenham acesso às mesmas peças dos equipamentos e a todos os mercados, a especialização ou a customização a nível de *software* é necessária para a diferenciação da solução final. O futuro que se apresenta traz transformações sem precedentes não somente nas redes de telecomunicações, mas nos mercados nos quais se adentra, com a transformação digital de indústrias, transportes, cidades e possivelmente governos. O 5G trará o que conhecemos hoje como IoT a outro patamar, conectando bilhões de dispositivos. Apesar de também trazer mais largura de banda e velocidade, as características mais interessantes e diferentes são a possibilidade de redes em malha, baixa latência e redes virtuais, que se adequam ao serviço prestado, incluindo taxa de dados e qualidade de serviço. Em decorrência, as redes precisam ser flexíveis e ágeis para suportar uma variedade de serviços e aplicações. Assim, tudo caminha para a virtualização das redes, desde a camada óptica até o nível de aplicação. As novas redes precisam suportar serviços convergentes e, conseqüentemente, os modelos de negócios diversos precisam estar sempre disponíveis e ainda assim lidar com demandas não previsíveis de forma eficiente e rápida, uma vez que os ciclos de inovação continuam se reduzindo. Em consequência, tudo vira *software*, tudo é virtualizado. Essas características e necessidades podem ser confirmadas em pesquisa conduzida pela EY (2017), a qual entrevistou 76 organizações no mundo todo, sobre o impacto das novas arquiteturas de rede focadas em *software* (NFV) em suas organizações (gráfico 4). A rapidez de comercialização dos novos serviços, a redução de custos e a maior responsividade às necessidades dos clientes somente ratificam as tendências já observadas anteriormente e que, com o 5G, tendem a se acelerar ainda mais.

GRÁFICO 4

Quais são os três principais impactos para a sua organização com as novas arquiteturas de rede baseadas em *software*?

(Em % de respondentes)

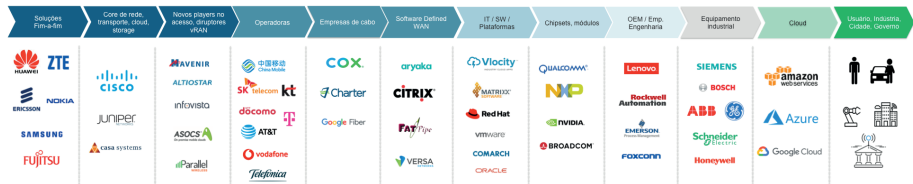


Fonte: EY (2017).

Em decorrência disso, os próprios fornecedores de equipamentos e serviços estão se transformando, novas empresas estão entrando no mercado, com novos produtos e serviços. Antigos *players* de mercado consolidaram-se e novos fornecedores disruptivos estão aparecendo. A cadeia de valor se modifica a todo

instante e o que se pode afirmar é que será novamente totalmente reconfigurada na próxima década, antes da chegada da próxima evolução. Mais do que nunca, as telecomunicações convergiram de forma irrefutável com a tecnologia da informação.

FIGURA 13
Cadeia de valor das telecomunicações com alguns atores para exemplificar



Fonte: Capgemini.

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Lista não exaustiva.

2. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

No contexto da globalização na era digital, o mundo parece ter chegado a um novo capítulo, em que uma nova guerra fria se apresenta entre as duas maiores economias do mundo, Estados Unidos e China. O desfecho desses movimentos atuais e as consequências na cadeia de suprimentos são completamente incertos, principalmente porque os grandes fornecedores de equipamentos de telecomunicações chineses já forneceram para as operadoras, em várias partes do mundo, desde o 3G até o 4G. É praticamente impensável não continuar trabalhando com os fornecedores chineses, pois é prática comum entre operadoras possuírem sempre dois, três ou mais fornecedores em suas redes, eliminando o risco de possível dependência de um deles.

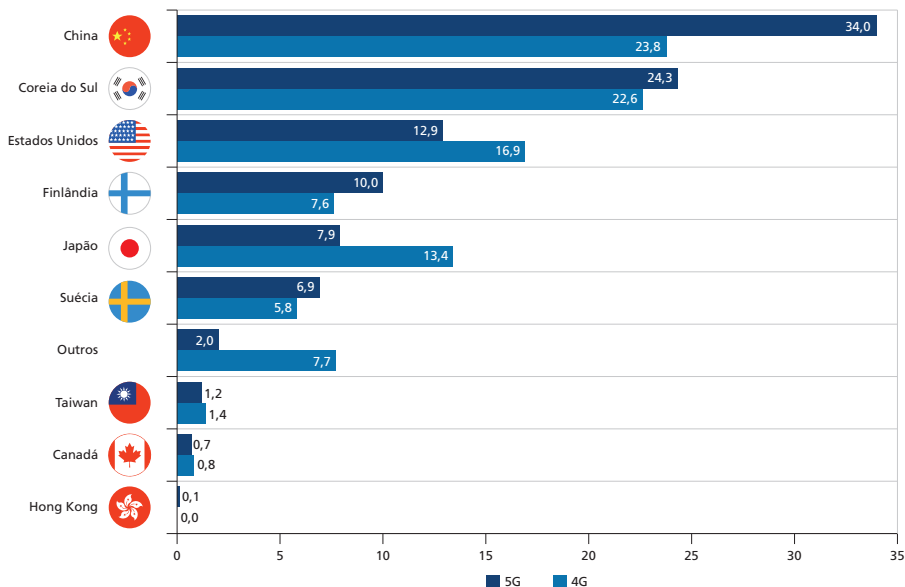
As empresas chinesas são mundialmente responsáveis por 34% das principais patentes relacionadas ao 5G até janeiro de 2020, um crescimento de cerca de 50% quando comparamos com o percentual de patentes para o 4G, de acordo com a Iplytics (2020).

O maior número de patentes 5G vem de empresas na China, sendo a Huawei a empresa que registrou o maior número de patentes internacionais em todos os países. Empresas como a Nokia, Ericsson e Qualcomm, que eram líderes em patentes nas gerações anteriores (2G, 3G e 4G), também contribuem de forma significativa no 5G, da mesma forma que as coreanas Samsung e LG. Há, no entanto, novos participantes na questão de patentes, como as chinesas Oppo, Vivo Mobile, a taiwanesa ASUS e a sul-coreana Wilus.

GRÁFICO 5

País de origem dos detentores de patentes 5G e 4G

(Em %)



Fonte: IPlytics; TU Berlim, 2020.

Tradicionalmente, detentores de patentes 2G, 3G e 4G controlaram o uso de tecnologias da comunicação em *smartphones* e equipamentos correlatos. Portanto, os donos de patentes 5G provavelmente se tornarão líderes de mercado. O governo chinês tem promovido o 5G como parte do programa Made in China 2025, um ambicioso plano para liderar o mundo nas tecnologias de nova geração. Entre seus objetivos está o desenvolvimento de fábricas automatizadas que incorporem a IoT, em que o 5G é peça fundamental. A China tem tomado a iniciativa, assim como a Coreia do Sul e o Japão na introdução da tecnologia no mundo, como apresentado em seção anterior.

Um dos maiores desafios na implantação do padrão 5G será o licenciamento das patentes essenciais (*standard essential patents* – SEP). Foram criados grupos ou plataformas de patentes, como a Avanci, para facilitar o processo, porém Huawei, ZTE, Samsung, LG, CAT, Oppo e Vivo Mobile ainda não se juntaram a tais iniciativas. O gráfico 6 mostra as principais empresas em geração de receitas advindas de patentes para telefones celulares nos últimos dez anos. Somente a Qualcomm gerou cerca de US\$ 7,7 bilhões em receitas em 2016.

BOX 1

O que é a Open Radio Access Network Alliance?

Open Radio Access Network Alliance é uma aliança internacional da indústria de redes de acesso, que visa a uma arquitetura flexível, aberta, inteligente, virtualizada na nuvem e, além disso, totalmente interoperável.

A aliança foi inicialmente fundada pelas operadoras AT&T, China Mobile, Deutsche Telekom, NTT Docomo e Orange, mas conta atualmente com mais de 160 membros, entre operadoras, fornecedores de equipamentos e especialistas da academia.

O fórum busca a desagregação de redes de acesso (RAN) 4G e 5G, envolvendo decomposição funcional, operação de vários fornecedores em interfaces abertas e desacoplamento de *software* e *hardware*. A aliança trabalha na evolução da RAN introduzida pela primeira vez pelo Release 15 5G, expandindo o escopo originalmente delineado pelo 3GPP, emitindo especificações e lançando *software* de código aberto.

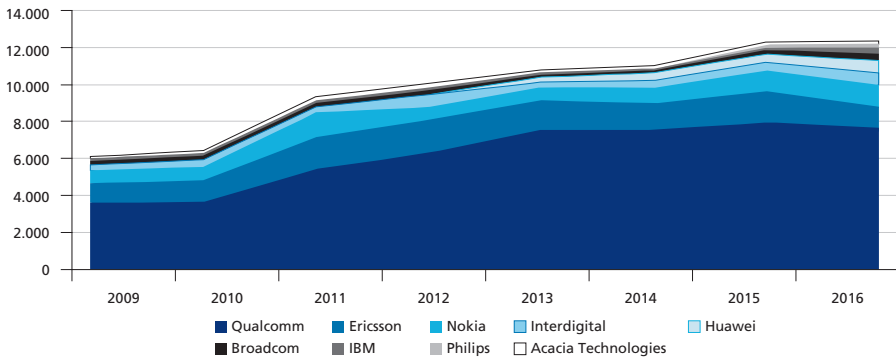
A principal motivação para desagregar as redes de acesso é reduzir o custo total dos equipamentos das redes. A iniciativa é vista como importante medida para a densificação de forma econômica das redes de acesso. Ademais, trata-se de uma tendência de introduzir mais *software* facilmente configurável nas redes e agilizar a entrega de serviços ponta-a-ponta, tendência irreversível, principalmente para possibilitar a entrega das aplicações vislumbradas. As operadoras certamente introduzirão algum modelo de desagregação de forma progressiva. A competição no ramo deve crescer, com pequenos fornecedores ocupando o espaço de grandes fornecedores e que até o momento tinham maior controle dessa parte da cadeia produtiva.

No atual momento, vê-se operadoras testando possíveis formas de operação, verificando em projetos de pesquisa e desenvolvimento as vantagens e os desafios envolvidos no processo de desagregação, que certamente ainda durará alguns anos.

Fonte: O-RAN Alliance. Disponível em: www.o-ran.org.

GRÁFICO 6

Top 10 das empresas com maiores receitas de licenciamento de patentes para telefones celulares incluindo e não limitado a 3G e 4G (Em US\$ milhões)



Fonte: IPlytics (2020).

No momento, na Europa e na América Latina, especula-se sobre o rumo a ser tomado quanto ao uso de equipamentos de fornecedores chineses, o que pode reduzir a velocidade de adoção da tecnologia não evitando o pagamento de *royalties* referentes às patentes essenciais do 5G. Enquanto isso, a guerra fria entre os Estados Unidos e a China continua. A gigante Huawei reportou recentemente que buscará outras soluções para o fornecimento de *chipsets*, pois encontra dificuldade na compra deles com a americana Qualcomm.

REFERÊNCIAS

BEREC – BODY OF EUROPEAN REGULATORS FOR ELECTRONIC. **Berec Report on Infrastructure Sharing**. [s.l.]: Berc, 2018.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

CISCO. **2020 global networking trends report**. [s.l.]: [s.n], 2020.

EY – ERNST & YOUNG GLOBAL LIMITED. **Digital transformation for 2020 and beyond**: a global telecommunications study, [s.l.]: EY, 2017.

GSA – GLOBAL SEMICONDUCTOR ALLIANCE. **Evolution from LTE to 5G**. [s.l.]: [s.n], 2020.

GSMA – GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS. **Future networks, an overview of infrastructure**. [s.l.]: GSMA, 2019a. Disponível em: <https://cutt.ly/7fCCxia>.

_____. **The 5G guide**: a reference for operators. [s.l.]: GSMA, 2019b.

HIBBERD, M. 5G: evolution and revolution. **TM Forum**, Apr. 24, 2019.

HUAWEI. **5G spectrum**: public policy position. [s.l.]: [s.n], 2020.

IPLYTICS. **Fact finding study on patents declared to the 5G**. Berlim: IPLYtics, 2020.

PICOT, A. *et al.* **E-conomics**: strategies for the digital marketplace. Berlim: Springer, 2000.

RODRIGUEZ, R. **5G telefonica trials and 5G first experiences**. [s.l.]: GSMA CITELE, 2019.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALTRAN, S. A. **5G network operations**: AI/ML based recursive autonomic OSS. [s.l.]: [s.n], 2020.

GERARD, P. **Infrastructure sharing**: an european regulatory perspective. [s.l.]: [s.n], 2019.

GSMA – GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS. **Mobile infrastructure sharing**. [s.l.]: GSMA, [s.d.].

INSIDE TOWERS. **Vodafone creates Europe's largest tower company**. [s.l.]: Inside Towers, 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/gfLCxAz>.

KINNEY, S. **Dynamic spectrum sharing**: driving 5G to scale. [s.l.]: RCR Wireless, Apr. 2020.

_____. **Getting to standalone 5G**: real-time applications and new service revenue. [s.l.]: RCR Wireless, ago. 2020.

MCKINSEY AND COMPANY. **Network sharing and 5G**: a turning point for lone riders. [s.l.]: [s.n], 2018.

NEWMAN, M. *et al.* Digital transformation tracker4: the culture wars of transformation. **TM Forum**, Feb. 2020.

NOKIA. **Go beyond cloud-native with Nokia's multi-generational converged Core**. [s.l.]: Espoo, 2020.

QUALCOMM. **What's in the future of 5G?** [s.l.]: [s.n], Oct. 2019.

