



Implantação 5G no

Carlos Alberto Camardella*

5G é a quinta geração de redes móveis celulares que está sendo implementada em praticamente todos os países do mundo. As agências reguladoras responsáveis pela autorização do uso de frequências (chamado de “outorga de espectro de radiofrequência”), como o FCC (EUA), OFCOM (Reino Unido), KBC (Coreia do Sul) e outras com as mesmas funções da nossa ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), vêm realizando leilões de frequências para o 5G desde o ano de 2019, e sua chegada ao mercado brasileiro tem causado muitas dúvidas e discussões interessantes. A intenção deste artigo é dar uma visão geral sobre essa nova geração, seus principais recursos, uma contextualização do atual momento tecnológico e econômico que envolve a adoção do 5G no Brasil e no mundo, e o que o torna tão revolucionário.

A Quarta Revolução Industrial

Historicamente, para toda Revolução Industrial sempre surgiu um país que a liderou. A Primeira Revolução

Industrial foi capitaneada pelo Reino Unido, já a Segunda e Terceira Revoluções Industriais foram comandadas pelos Estados Unidos. Para meados de 2025 temos a expectativa de oficialmente ser reconhecido que entramos na Quarta Revolução Industrial e, devido à hiperconectividade proporcionada pelo 5G, ele será um dos seus habilitadores e potencializadores em conjunto com outras tecnologias tais quais Inteligência Artificial, Sistemas Autônomos, Robótica, Computação em Nuvem e muitas outras. E quem será o novo país-líder? Ou teremos vários líderes? Nesse cenário, o 5G torna-se também um fator de geopolítica.

Tempos modernos

Nessa época de adoção do 5G, o ambiente de negócios em que se encontram os provedores de serviços de telecomunicação, principalmente as operadoras celulares, é bastante desafiador. Ao mesmo tempo em que é necessário investir pesadamente na infraestrutura das diversas redes de telecomunicação envolvidas e em TI

do

Brasil



(Informática), para suportar o crescimento exponencial do tráfego de dados, vemos decrescer o consumo de serviços tradicionais (por exemplo, voz e SMS) e os serviços de conectividade pura de dados se tornarem “*commodities*”, não fidelizando o cliente. Enquanto isso, parte significativa da receita associada a esse crescimento do consumo de dados é capturada por novos “*players*” e seus inovadores modelos de negócio. Entramos definitivamente na era das empresas chamadas OTT (*Over The Top*), que são os provedores de serviços em nuvem, os quais não possuem suas próprias redes de telecomunicação para chegar até os clientes, apenas “estão na Internet”. São os novos “serviços digitais” como os de “*streaming*” de áudio e vídeo tipo Spotify, Netflix, Amazon Prime, também o Google, as redes sociais e mais um grande leque de diversos serviços em nuvem que se tornam cada dia mais inovadores e atraentes para os consumidores, sendo que a contratação e ativação desses serviços é quase imediata, muitos já vem prontos para serem ativados, pré-instalados no seu aparelho de TV “*smart*” ou no seu smartphone, o que é uma experiência bem diferente da que temos ao contratarmos um serviço de banda larga fixa ou uma linha celular. Por outro lado, com a evolução cada vez mais rápida da eletrônica e da demanda pelas novas aplicações e “serviços digitais”, progressivamente mais exigentes,

os custos de implantação e modernização das redes móveis tornam-se maiores a cada ciclo tecnológico, os ciclos duram menos tempo e as gerações se sucedem mais rapidamente, porém, a demanda dos assinantes continua crescendo quase exponencialmente, sem nunca se estabilizar, exigindo de forma contínua mais investimentos em expansões de capacidade e em atualização tecnológica, praticamente não havendo tempo hábil para as operadoras amortizarem os investimentos. Uma prova disso é que o lançamento das primeiras especificações técnicas do 5G foi adiantado em 3 anos em relação ao cronograma original, chegando no mercado em um momento onde o 4G LTE ainda estava em franca evolução, já na fase do “4.5G” (*LTE Advanced Pro*) e com muitas novidades sendo incorporadas.



“Decifra-me ou te devoro”

Para enfrentar esses desafios, tornou-se necessária uma transformação interna radical nas tradicionais operadoras de serviços de telecomunicação, com vistas a garantir uma participação ampla na cadeia de valor dos novos “serviços digitais”. Foi preciso dar um salto importante na atualização do ambiente em que se desenvolvem e se operam os serviços de telecomunicação, pois as arquiteturas típicas dos sistemas usados até então possuíam muitas limitações, com níveis muito baixos de integração e automação. Já em um ambiente moderno, tudo se pode fazer de forma mais rápida e efetiva, com pouca ou nenhuma intervenção humana, por ser baseado em automação, “*Machine Learning*” (as máquinas “aprendem” com a repetição de tarefas) e Inteligência Artificial, diminuindo o tempo para criação e oferta de um serviço ou produto novo, reduzindo a necessidade de investimentos e configurando tudo de forma muito mais dinâmica, otimizada e até preditiva, evitando-se, ainda, falhas de operação e incorreções no faturamento. Por conseguinte, previne-se ainda os erros de cobrança nas contas. No entanto, nada vem de forma fácil. Essas necessárias grandes mudanças implicam a reorganização dos sistemas, dos processos, das estruturas internas e da cultura, além de treinamento específico das equipes de forma a adequá-las aos novos desafios do ambiente automatizado, típico do 5G.

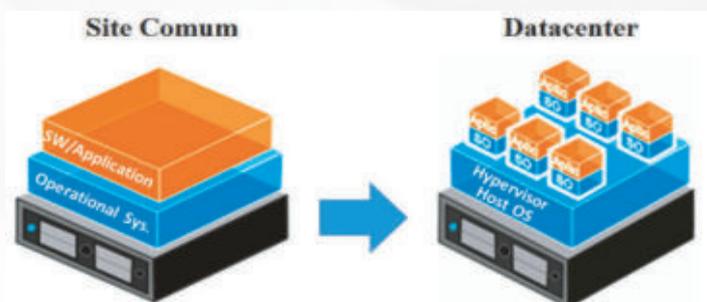
O admirável mundo novo

Deixando de lado as tecnologias mais “antigas”, quais seriam os mais importantes avanços do 5G em relação ao 4G? Em primeiro lugar, embora o 5G possa operar com vantagens nas mesmas frequências hoje usadas no 2G, 3G e 4G, para que se atinja o melhor desempenho é importante utilizarmos as frequências mais altas que estão sendo leiloadas ao redor do mundo e pela ANATEL aqui no Brasil, porque frequências mais altas possuem mais espectro disponível (mais mega-hertz), levando a maiores velocidades de conexão, e permitem latências (tempo de resposta da rede, o famoso “ping”) mais baixas e até ultrabaixas. Adicionalmente, facilitam o uso de tecnologias de rádio que trazem “eficiência espectral” melhor (transmite-se mais megabits por mega-hertz que no 4G), uma vez que se pode apontar a potência da antena diretamente e separadamente para cada grupo de usuários usando uma tecnologia chamada *Beamforming*, um dos principais avanços do 5G, pois permite isolar alguns tipos de interferências que pioram a qualidade do sinal celular e que são geradas pelos próprios terminais dos usuários. Enquanto uma antena 4G comum “ilumina”

todos os pontos para onde está apontada como se fosse um grande holofote, uma antena 5G *Beamforming* se assemelha a termos várias lanternas, com alta potência no fecho de luz, cada uma “iluminando” apenas alguns locais onde se encontram certos grupos de usuários, concentrando a potência naqueles pontos apenas e isolando os grupos uns dos outros. E onde não há usuário, não se gasta energia. Aliás, há muitos anos o *Beamforming* vem sendo utilizado em radares militares para, por exemplo, acompanhamento de alvos e disparo de armas, sendo fundamental nos caças militares da Força Aérea.



Além das evoluções da parte de rádio, temos outra inovação, que é a utilização de uma arquitetura distribuída, onde os componentes do núcleo das redes 5G (*Core*), que controlam as chamadas de voz e dados, deixam de ser concentrados em poucos sites das operadoras e passam para datacenters nacionalmente distribuídos, cuja localização geográfica será sempre estabelecida visando atender da melhor forma possível as diferentes demandas de tráfego específicas de cada caso de uso. Essa arquitetura distribuída em datacenters é baseada em virtualização, isto é, os outrora equipamentos dedicados passam a ser módulos de software instalados em servidores comuns (computadores de alta performance) e contrasta fortemente com a arquitetura original do 4G, mais centralizada e composta de equipamentos dedicados. Inclusive, pela facilidade de se instalar as plataformas das aplicações nos datacenters que compõem o “*Core 5G*”, permite-se máxima integração e performance, o que é inviável com o 4G.



Portanto, a adoção de todo o novo ecossistema que compõe o 5G cria as condições que proporcionarão às operadoras celulares atenderem a diversos novos serviços, vários deles revolucionários e, muito importante, serviços que não podem ser oferecidos com a máxima qualidade pelas OTTs porque elas não possuem o controle das redes. Com o 5G poderemos oferecer comunicação em tempo real e muito maior velocidade para navegação que o 4G, permitindo casos de uso de realidade virtual, realidade aumentada, distribuição de vídeo Ultra-HD em resoluções 4K e 8K, controles robóticos simples, uso de drones para vídeo-inspeção e até para pulverização de plantações, muitos tipos de vídeo-monitoramento e segurança, operações financeiras críticas, telemedicina interativa, acompanhamento remoto de cirurgias, jogos on-line (*cloud gaming*), usos industriais, “*smart cities*,” entre tantas outras coisas. Um serviço que vem ganhando força é a utilização do 5G no acesso de dados para residências e empresas no lugar das conexões de fibra óptica e outras tecnologias de acesso fixo, ou seja, em casos onde não for viável a abordagem do local com cabos, e mesmo o 5G para redundância do acesso fixo. Para casos de uso críticos, as configurações que permitem resposta quase instantânea da rede podem ser usadas, bons exemplos são os controles cibernéticos industriais, bem como as telecirurgias robóticas. Em breve teremos suporte ao mIoT (Internet das Coisas massivo) numa abordagem muito melhorada em relação ao 4G, permitindo de dez a cem vezes a quantidade de dispositivos IoT conectados por área geográfica que o 4G, segundo premissas do 3GPP, entidade que passou a gerar as especificações técnicas para as redes celulares a partir do 3G. O 5G também chega para habilitar aplicações militares muito interessantes, principalmente de mil-IoT (Internet das Coisas militar), entre elas a comunicação e monitoramento das tropas através de drones/VANTs (Veículos Aéreos Não-Tripulados), biosensores nos uniformes (*wearables*) para telemetria das condições físicas dos militares em campanha, inclusive com disparo de alertas sobre possíveis baixas, além da conectividade entre veículos autônomos em comboio. Entre as tarefas de rotina, podemos citar a automatização de bases navais, arsenais de Marinha e demais plantas industriais juntamente com realidade aumentada e realidade virtual para treinamentos técnicos e de tropas de elite, entre muitas outras. A próxima grande evolução do 5G será sua integração com os satélites visando IoT, o que também habilitará o mil-IoT via satélites de baixa órbita (LEO – *Low Earth Orbit*) com terminais 5G comuns ou especialmente projetados para um determinado tipo de aplicação mais específica.

O 5G finalmente no Brasil

No dia 5 de novembro de 2021, chegamos ao fim do longo processo que viabilizou o leilão de frequências da ANATEL com vistas à implantação do 5G em nosso país. E o leilão foi realizado em boa hora, uma vez que a indústria já avançou bastante no processo de amadurecimento de todo o ecossistema que compõe o 5G e não passaremos, portanto, pelos problemas que ocorreram nos países “*early adopters*” dessa tecnologia, quando tudo ainda era muito caro e não operava adequadamente. Nos dias atuais, o 5G já se encontra estável e os custos dos terminais (smartphones, modems, roteadores) vêm caindo rapidamente, viabilizando uma implementação comercial mais abrangente. Em consequência, as três maiores e tradicionais operadoras móveis celulares brasileiras saíram-se as grandes vencedoras desse certame, o qual inclusive viabilizou a entrada de seis novas prestadoras de serviço celular, basicamente oriundas de consórcios de pequenos provedores regionais de internet fixa aliados a grandes grupos de investimento. As proponentes disputaram lotes nacionais e regionais com blocos de frequências nas novas faixas de 2.3GHz, 3.5GHz e 26GHz e um lote nacional de 700MHz, faixa que no momento é utilizada para 4G. Foi a maior venda de espectro já realizada na América Latina e uma das maiores do mundo, com 3.710MHz disponibilizados no total. Porém, devido aos compromissos exigidos, como contrapartidas à adjudicação das frequências arrematadas, quinze por cento dos lotes restaram desertos, sem haver interesse de nenhum proponente e, provavelmente, serão disponibilizados em um novo leilão, dentro de alguns anos, conjuntamente com outras faixas de frequência a serem liberadas. Valores de ágio (parcela acima do preço mínimo dos lotes) extremamente altos foram pagos pelas novas prestadoras, enquanto os lotes nacionais das três operadoras tradicionais tiveram pouco ou nenhum ágio. O ágio total foi de R\$ 4,79 bilhões (média de 218% sobre o preço mínimo) e o valor econômico acumulado de todos os lotes chegou a R\$ 47,8 bilhões (inferior à previsão original, acima de R\$ 50 bilhões), com compromissos envolvendo a construção de malhas de fibra óptica para conectar mais de seiscentos municípios, levar 4G para 35.000km de rodovias federais e 9.600 localidades no interior do País ainda não atendidas por essa tecnologia, construção de “*infovias*” do Projeto Amazônia Integrada e Sustentável (cabos de fibra óptica nos leitos dos rios da Amazônia), conectar escolas, entre outros. Para viabilizar o leilão da faixa de 3.5GHz, a mais importante de todas, foi decidida pela ANATEL a migração para outra banda de frequências (Banda Ku) do serviço de recepção de TV gratuita por satélite (TVRO Banda C, com antenas para-

bólicas residenciais), a fim de se evitar interferências pelo 5G. A migração, ao invés da adoção de filtros nas antenas parabólicas atuais, gerou atrasos no cronograma mínimo definido pela Agência, a ser exigido para ativação de novas Estações Rádio Base celulares (ERBs) 5G, pois em parte é baseado no tempo que será necessário para a definição do novo satélite e a distribuição e instalação dos chamados “kits Ku” (com receptores e antenas menores) em mais de seis milhões de residências, uma operação com muito maior complexidade do que a simples instalação dos filtros. Dessa forma, o cronograma de ativação do 5G nos blocos nacionais da faixa de 3.5GHz prevê atendimento obrigatório, pelas três operadoras tradicionais, a todas as capitais e Distrito Federal só a partir de 31 de julho de 2022, sendo admitidos atrasos de até sessenta dias e poucas ERBs no início da operação comercial.

Adicionalmente, nenhuma ERB poderá ser ativada na faixa de 3.5GHz antes das datas previstas no cronograma, a não ser mediante autorização especial a partir de um Estudo de Antecipação comprovando a ausência de riscos de interferência aos serviços de recepção satélite na Banda C, seja TVRO ou profissionais, dentro da área especificamente desejada para cobertura do 5G.

As promessas e a realidade da tecnologia 5G

As expectativas exageradas criadas acerca do 5G vêm preocupando muito as áreas técnicas das operadoras de serviços de telecomunicação. Fala-se em velocidades de 10Gbps (gigabits por segundo) de conexão para cada usuário no 5G, enquanto no Brasil, com o 4.5G, consegue-se atualmente por volta de 20 a 30Mbps (megabits por segundo) de velocidade média, com picos ao redor de 150Mbps ou pouco mais. No mundo, nosso país está em 74º lugar em velocidade do 4.5G, de acordo com os dados de abril de 2021 do *Speedtest Global Index*, sendo

que nos países mais desenvolvidos a experiência média no 4.5G gira em torno de 60 a 90Mbps, o triplo da nossa. Como fator extra de preocupação, hoje temos cerca de 104 mil ERBs 4G/4.5G no País, porém mais de quatro mil estão há anos aguardando licenciamento pelas prefeituras.

Afinal, o que podemos esperar do 5G no Brasil?

Em primeiro lugar, trata-se de uma rede celular quase totalmente nova, pois muito pouco se aproveitará da infraestrutura já existente do 4.5G, basicamente só as torres, a parte de energia e as malhas de transmissão de dados que conectam as ERBs aos sites maiores e datacenters das operadoras, e mesmo a transmissão precisará de expansão de capacidade. Logo, a implantação do 5G demandará pesados investimentos e demorará alguns anos para que se tenha a mesma cobertura atual do 4.5G, cobertura essa que até hoje é deficiente, muito por problemas de licenciamento municipal para instalação de sites e antenas. E com o 5G precisaremos de mais torres e mais antenas, já que algumas frequências serão mais altas, o que implica uma cobertura um pouco mais restrita em cada Estação Rádio Base. Sem contar que a migração do serviço de recepção de TV gratuita por satélite (TVRO Banda C) para outra faixa de frequências demandará muito tempo, pois milhões de kits de recepção deverão ser distribuídos às residências ao longo de anos, mas antes da distribuição do kit em determinado local não se poderá ativar o 5G naquela área. Em segundo lugar, certamente não teremos experiências de 10Gbps para os usuários. Aliás, nem se consegue imaginar o que um usuário de smartphone ou mesmo de banda larga residencial ou do mercado empresarial faria com tanta velocidade de navegação. Talvez haja tal necessidade dentro de cinco a dez anos, quando provavelmente já existirá o 6G. No entanto, por ora, não é preciso. O fato é que pelos testes que as

Compromissos de ativação do 5G para os Blocos Nacionais - 3.3GHz a 3.6GHz

Até a data de	Tipo de Município	Pelo menos uma ERB 5G para cada
31 de julho de 2022	Capitais e DF	100 mil habitantes
31 de julho de 2023	Capitais e DF	50 mil habitantes
31 de julho de 2024	Capitais e DF	30 mil habitantes
31 de julho de 2025	Municípios com mais de 500 mil habitantes	10 mil habitantes
31 de julho de 2026	Municípios com mais de 200 mil habitantes	15 mil habitantes
31 de julho de 2027	Municípios com mais de 100 mil habitantes	15 mil habitantes
31 de julho de 2028	50% dos municípios com mais de 30 mil habitantes	15 mil habitantes
31 de julho de 2029	Municípios com mais de 30 mil habitantes	15 mil habitantes

operadoras vêm realizando, o que podemos esperar é que as células do 5G sejam capazes de prover algo entre 1Gbps a 2Gbps nos primeiros cinco anos de implantação, sendo que essa banda é sempre compartilhada, dividida, entre todos os usuários conectados e trafegando. E esse comportamento é refletido no gráfico abaixo que mostra as melhores performances de cidades com 5G do mundo atualmente, e nos revela que o melhor 5G é o da sul-coreana Jeonju, com uma incrível média de pouco mais de 400Mbps por usuário, mas a maioria das melhores redes gira mesmo em torno de 200Mbps a 280Mbps.

The Cities With The Fastest 5G Speeds

Cities with the fastest 5G download speeds globally in Mbps (Jan 01-Mar 31, 2021)



Source: OpenSignal



statista

Disponível em <https://www.statista.com/chart/24771/cities-with-the-fastest-5g-download-speeds-globally>

Já ao olharmos as velocidades médias do 5G por país no *Speedtest Global Index*, próximo gráfico, a situação não é tão boa e verificamos que o país com a melhor velocidade média nacional são os Emirados Árabes Unidos, e não se chega a 250Mbps, sendo que o quinto colocado, a China, registra pouco mais de 165Mbps. A lista completa pode ser acessada no site <https://www.speedtest.net/global-index>.

#	Country	Mbps
1	United Arab Emirates	238.06
2	South Korea	202.61
3	Norway	177.72
4	Qatar	172.18
5	China	165.38

<https://www.speedtest.net/global-index>

Portanto, os clientes das redes 5G brasileiras provavelmente devem experimentar velocidades médias de navegação em torno de 200Mbps, o que representa pelo menos dez vezes o que temos com o 4.5G e, em algumas situações, será viável atingir médias de quase 500Mbps para cada usuário, com picos de mais de 1Gbps. São velocidades comparáveis aos melhores acessos fixos banda larga com fibras ópticas, mas ainda assim bem inferiores a 10Gbps. Em outro giro, quando se precisar de mais banda ou melhores garantias de qualidade de serviço, por exemplo para casos de uso críticos de Indústria 4.0, hospitais e grandes eventos (como jogos e shows em estádios), a cobertura 5G deverá ser reforçada.

Em resumo, embora o Brasil e o ambiente de negócios atual tragam grandes desafios às operadoras de serviços de telecomunicação, a chegada do 5G no País habilitará inúmeras inovações para todos os setores da economia, o meio militar e o cotidiano das pessoas, permitindo, via rede celular, o uso de aplicações e a realização de tarefas outrora inimagináveis até mesmo sobre conexões fixas de dados e, principalmente, as que dependem exclusivamente das redes sem fio. ■

** Engenheiro e Consultor de Telecomunicações, integrante do Grupo de Interesse CTEMI do Clube Naval*