

SETEMBRO / 2020



REDES

5G

**TRANSFORMANDO
A SOCIEDADE**

No início de 2017, com a finalidade de explorar e disseminar a tecnologia 5G, o Ministério das Comunicações, após tratativas com países da Comunidade Econômica Europeia, solicitou à Telebrasil (Associação Brasileira de Telecomunicações) que incubasse um fórum para tratar do desenvolvimento do 5G no País.

Em março do mesmo ano, foi criado o Projeto 5G no âmbito da Telebrasil, denominado **Fórum 5G Brasil**, que tem a constituição dos seguintes associados: Abinee (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), Algar, Cetuc (Centro de Estudos em Telecomunicações – PUC/Rio), Claro, CPQD, Ericsson, Febratel (Federação Brasileira de Telecomunicações), Fenainfo (Federação Nacional das Empresas de Informática), FITec, Huawei, Inatel (Instituto Nacional de Telecomunicações), NEC, Nokia, Oi, Qualcomm, Sindisat (Sindicato Nacional das Empresas de Telecomunicações por Satélite), SindiTelebrasil (Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel Celular e Pessoal), Telefônica, Telebrasil, TIM, Padtec e Trópico.

O Projeto também conta, como observadores, com as seguintes instituições: MC (Ministério das Comunicações), Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), Brasscom (Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação), ConTIC (Confederação Nacional de Tecnologia da Informação e da Comunicação), Finep, UFU (Universidade Federal de Uberlândia) e USP (Universidade de São Paulo).

Posteriormente, ainda em 2017, o Fórum assinou acordos de entendimento com pares de outros países – todos integrantes da 5G Global, iniciativa que procura o desenvolvimento do 5G. Assim, o Projeto 5G Brasil passou a integrar um seleto grupo mundial que inclui as seguintes instituições: 5G Americas (Américas), 5G Infrastructure Association (5G-IA, União Europeia), Fifth Generation Mobile Communications Promotion Forum (5GMF, Japão), 5G Forum (Coreia do Sul) e IMT-2020 (5G) Promotion Group (China).

Definidos os cenários e prioridades a serem tratados pelo Fórum 5G Brasil, foram iniciadas diversas ações visando o desenvolvimento do ecossistema do 5G no País, com a criação de diversos grupos de trabalhos, denominados Comissões, cobrindo os mais diversos aspectos da tecnologia, como pesquisa, padronização, frequência, infraestrutura, regulação e verticais de mercado. Os resultados dos trabalhos realizados nas diferentes comissões do 5G Brasil estão sintetizados neste documento, intitulado “Redes 5G – Transformando a Sociedade”.

WHITE PAPER FÓRUM 5G BRASIL

SETEMBRO / 2020

REDES 5G TRANSFORMANDO A SOCIEDADE

Autoria e realização:

Fórum 5G Brasil

José Bicalho

Coordenador do Projeto 5G Brasil

Marcos Ferrari

Presidente-Executivo - Telebrasil



Sumário executivo	04
Introdução	09
Capítulo 02 Cenários de uso e requisitos de desempenho	10
Capítulo 03 Verticais de mercado e aplicações	13
Capítulo 04 Espectro	17
4.1 Status Atual das Bandas de Frequências	17
4.2 Gestão de espectro	18
4.3 <i>Spectrum caps</i>	20
4.4 Análise das novas oportunidades e pontos de atenção	21
Capítulo 05 Compartilhamento de infraestrutura	22
5.1 Regulamento conjunto Anatel-Aneel de compartilhamento de postes	22
5.2 Compartilhamento de infraestrutura	23
5.3 Coordenação de obras civis	24
5.4 Decreto nº 10.480	25
Capítulo 06 Barreiras regulatórias	26
6.1 Barreiras relacionadas ao consumidor	26
6.2 Barreiras relacionadas à qualidade	26
6.2.1 Obrigações com o consumidor e qualidade em contratos de IoT	26
6.2.2 Indicadores de qualidade em conexões de dados	26
6.2.3 Neutralidade de rede	27
6.3 Recursos à prestação	27
6.3.1 Certificação e homologação	27
6.3.2 Outorga e licenciamento	27
Capítulo 07 Participação de sistemas de satélite no ecossistema 5G	28
7.1 Cenários e motivações para a integração de redes satelitais e redes 5G	28
7.2 Possíveis formas de integração	29
7.3 Desafios e soluções para o URLLC	31
7.4 Integração das redes satelitais ao 5G para disseminação de IoT	31
7.5 Integração das redes satelitais ao 5G para disseminação de conteúdos	32
Capítulo 08 Evolução do padrão 5G	33
8.1 Evolução do padrão NR para suporte a maiores áreas de cobertura	34
Capítulo 09 Impacto da pandemia da Covid-19 na implementação do 5G	36
9.1 Alguns impactos da pandemia	36
9.2 Cenário atual: incertezas, disponibilidade de investimentos, segurança jurídica, indicação de suspensão das licitações	37
9.3 Perspectivas	38
9.4 Perspectivas e adequação de processo	39
Capítulo 10 Conclusões	39

SUMÁRIO EXECUTIVO

As redes 5G (5ª geração das redes de comunicações móveis), cuja implantação comercial começou em 2019, prometem revolucionar não só o setor das telecomunicações, mas também outros setores da economia, denominados verticais de mercado, tais como agronegócio, casas e construções inteligentes, cidades inteligentes, comércio, educação, entretenimento, governo, indústria, logística e transporte, mineração, setor automotivo, setor financeiro e *utilities* (concessionárias de serviços públicos).

O potencial revolucionário do 5G deve-se ao fato de estas redes ofertarem, além de maiores taxas de transmissão, comuns à evolução das gerações anteriores, outros casos de uso, como Internet das Coisas, de modo massivo, aplicações de Internet Tátil em redes ultraconfiáveis e de baixíssima latência e o cenário voltado para áreas remotas.

Os cenários (ou casos de uso) têm requisitos de desempenho distintos, definidos em função dos tipos de aplicações esperados para cada um, o que impõe desafios tecnológicos, econômicos e regulatórios para que todo o potencial das redes 5G possa ser explorado em sua plenitude.

A oferta de maiores taxas de transmissão para os usuários, denominada eMBB (*enhanced Mobile Broadband*), estabelece como requisito uma vazão de dados experimentada pelo usuário de 100 Mbps, em áreas urbanas e suburbanas, e de 1 Gbps em *hotspots*, com uma taxa de pico de 20

Gbps (20 vezes maior do que a oferecida nas redes 4G). As altas taxas de transmissão permitirão a oferta de novas aplicações pelas operadoras, tais como transmissão de imagens 3D e hologramas, *streaming* de vídeo de altíssima resolução, realidade aumentada, realidade virtual, presença virtual, robôs colaborativos e *cloud robotics*.

As aplicações de Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) de modo massivo, denominadas mMTC (*massive Machine Type Communication*), trazem como principais requisitos uma grande densidade de conexões (10^6 dispositivos/km² – 10 vezes maior do que o definido para as redes 4G) e uma eficiência energética 100 vezes melhor do que aquela ofertada nas redes móveis atuais. Esse cenário oferecerá aplicações em diversas verticais de mercado, tais como casas, construções e cidades inteligentes; comércio e vendas no varejo; eletrônica de consumo; fábricas inteligentes e indústria 4.0; fazendas inteligentes e agricultura de precisão; gerenciamento de ativos; logística; monitoramento ambiental; propaganda e marketing; saúde e bem-estar; segurança; setor financeiro; transporte automotivo e *wearables*.

O cenário denominado URLLC (*Ultra-Reliable and Low Latency Communications*) estabelece como requisitos de desempenho uma latência muito baixa, 1 ms, e uma confiabilidade muito alta, com probabilidade de indisponibilidade da rede menor ou igual a 10^{-7} . Está voltado a aplicações de missão crítica e de Internet Tátil, tais

Não há dúvida sobre o enorme potencial das redes 5G alavancarem as mais diversas verticais de mercado com aplicações inovadoras e revolucionárias

como diagnóstico médico remoto com realimentação tátil, cirurgias remotas, controle de tráfego, controle em tempo real de objetos reais e veículos autônomos. Dentre as diversas verticais de mercado afetadas por ele, destacam-se a educação e cultura, entretenimento, indústria, transporte, saúde e setor automotivo.

Por fim, o caso de uso denominado eRAC (*enhanced Remote Area Communications*) tem por objetivo ofertar os benefícios das redes 5G não apenas para as áreas urbanas densamente povoadas, mas também para as áreas remotas e rurais. O principal requisito de desempenho é ter uma célula com área de cobertura com raio de 50 km, ofertando uma taxa de 100 Mbps na borda da célula. Diversas são as verticais afetadas por esse cenário, mas o agronegócio e a mineração são aquelas que podem obter os maiores ganhos econômicos com novas aplicações, principalmente relacionadas com IoT, viabilizadas pelo 5G. Do ponto de vista social, as aplicações voltadas para educação e saúde se destacam, contribuindo para a diminuição da divisão digital e social existente no País.

Em termos econômicos, as redes 5G serão as grandes impulsionadoras do setor de telecomunicações nos próximos anos. Estimativas feitas antes da pandemia da

Covid-19 indicavam que essas redes teriam um impacto, em 2035, de US\$ 12,3 trilhões na economia global, gerando receitas de US\$ 3,5 trilhões. Essas projeções precisam ser ajustadas face ao momento que estamos vivendo, mas não há dúvida sobre o enorme potencial das redes 5G alavancarem as mais diversas verticais de mercado com aplicações inovadoras e revolucionárias.

Hoje, a rede móvel ultrapassa 10 bilhões de acessos com cobertura superior a 95% no globo. A banda larga móvel está fortemente consolidada, com tráfego superior a 38 EB por mês, e em 2025 a expectativa é de que este tráfego mensal alcance 160 EB, com um crescimento de 33% ano a ano, segundo o Ericsson Mobility Report de 2019. De acordo com o mesmo relatório, o 5G será responsável por quase metade deste tráfego em 2025, por meio dos seus 2,6 bilhões de acessos.

O espectro de radiofrequência é o recurso fundamental para atendimento das projeções da demanda por serviços móveis, garantindo a entrega de serviços de comunicação, entretenimento, educação, saúde, segurança e melhoria dos processos produtivos em todos os segmentos da indústria, trazendo benefícios para a sociedade como um todo.

Em estudos realizados pela ITU.R (*International Telecommunication Union*)

– *Radiocommunication Sector*, ou União Internacional de Telecomunicações – Setor de Radiocomunicações), estima-se uma quantidade de espectro entre 1340 MHz e 1960 MHz para cada país. A diversidade de casos de usos no 5G demanda a alocação de distintas faixas de espectro de radiofrequência e as possibilidades apresentadas com o novo RUER (Regulamento de Uso do Espectro de Radiofrequências), aprovado pela Resolução 671/16 da Anatel, como o uso secundário de espectro para uso compartilhado, trará mecanismos para exploração eficiente desse recurso escasso, seja para subfaixas sem uso (áreas rurais, ambientes *indoor*), seja para limitações geográficas de uso (interferências locais). O compartilhamento de espectro, quando tecnicamente possível, potencializa a sua utilização e catalisa investimentos através das empresas de *neutral-host*, além de permitir a criação de novos modelos de negócio de compartilhamento de infraestrutura e exploração de serviços.

O cenário eMBB impõe o uso de frequências em ondas milimétricas, resultando na diminuição do tamanho das células e em um consequente significativo aumento do número de estações radiobase (ERBs) na rede. Essa densificação das ERBs leva à necessidade de compartilhamento de infraestrutura ativa e passiva entre operadoras de telecomunicações. O compartilhamento de postes entre as

distribuidoras de energia elétrica – detentoras do ativo – e os prestadores de telecomunicações também é uma medida importante para facilitar a implantação das redes 5G no cenário de redes ultradensas. Alguns modelos de compartilhamento de infraestrutura são tratados na Seção 5 deste documento.

A diversidade de cenários de uso e a complexidade das redes 5G fazem com que os modelos regulatórios até então utilizados para as redes de comunicações móveis não sejam totalmente adequados para essa tecnologia. Assim, algumas barreiras regulatórias identificadas para o desenvolvimento das redes 5G no Brasil precisam ser superadas, para que elas possam ser implantadas em sua plenitude de objetivos e aplicações. A Seção 6 deste documento aborda essas barreiras e alguns arcabouços regulatórios que impactam os novos modelos de negócio que virão com o 5G. As barreiras identificadas incluem regulamentação do consumidor, aferição de qualidade, neutralidade de rede, certificação e homologação, outorga e licenciamento e espectro.

A participação de sistemas de satélite no ecossistema 5G levará conectividade para as áreas rurais e remotas, permitindo o desenvolvimento da chamada agricultura 4.0, extremamente importante para o agronegócio do Brasil (+ de 20% do PIB). As redes via satélite também poderão ser



Um modelo de leilão não arrecadatório, que aumente o poder de investimento das empresas, é o mais indicado

Algumas barreiras regulatórias para o desenvolvimento das redes 5G no Brasil precisam ser superadas para que elas alcancem seus objetivos

utilizadas em regiões urbanas, com alta densidade populacional, por exemplo, para escoar tráfego em situações de congestionamento ou falha da rede terrestre. Outra utilização será na realização de conectividade 5G para veículos: estações radiobase 5G (gNB) instaladas a bordo de trens, navios e aviões poderão ser conectadas com o núcleo da rede 5G através de enlaces via satélite.

A integração de tecnologias irá gerar grande flexibilidade e escalabilidade ao 5G, permitindo que se opere uma rede convergente híbrida terrestre-satélite, ao invés de redes separadas e amalgamadas. Fatias de recursos de infraestrutura serão virtualizadas e otimizadas por atividade econômica, abrangendo uma vasta cobertura geográfica, deslocando conteúdo para consumo mais próximo ao usuário final nas bordas da rede. Isto também permitirá alcançar um dos principais desafios do 5G: serviços com requisitos de baixa latência, principalmente no cenário de uso URLLC. A instalação da função MEC (*Mobile Edge Cloud*) na gNB permitirá que funcionalidades do núcleo da rede sejam executadas pela própria estação radiobase, podendo atender a serviços que tenham requisitos de baixa latência. Em suma, todos os cenários de uso contemplados para o 5G (eMBB, mMTC, URLLC e eRAC) irão contar

com a participação de redes de satélite no seu ecossistema.

A Seção 8 deste documento foca no processo de evolução da padronização do 5G, que teve as primeiras especificações apresentadas ainda em 2018 (Release 15), mas foi concluída apenas em 2019. A primeira especificação considerada completa (Release 16) foi concluída em julho deste ano (2020). Entretanto, assim como no caso da tecnologia 4G, as especificações do 5G deverão passar por evoluções e incrementos de funcionalidades, no mínimo, até o ano de 2030.

A Seção 8 trata ainda de um tema caro ao desenvolvimento da tecnologia 5G no Brasil: os estudos e trabalhos de padronização internacional ligados ao aumento da cobertura destas redes. Esse é um tópico de grande importância para a disseminação da tecnologia 5G em áreas rurais e remotas no País, contribuindo para o aumento de produtividade de setores importantes como o agronegócio, a indústria de óleo e gás, mineração, logística, *utilities* etc. São apresentados exemplos de atividades em curso no fórum de padronização global do 5G, o 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*), evidenciando a importância da continuidade de PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) em 5G, dado que a tecnologia atual apresenta desempenho muito

limitado em cenários de cobertura de célula superiores a 10 km.

A pandemia da Covid-19 representa grande impacto no ritmo de implantação das redes 5G e deve ser levada em conta nas diversas ações necessárias para sua viabilização. Em mercados onde a pandemia chegou primeiro, como na Europa, já é possível verificar que os cronogramas de leilões e implantação de redes foram fortemente afetados. A realização de um leilão ao longo de 2021 encontraria certamente operadoras com problemas de caixa, já pressionadas para manter o mundo conectado com um aumento significativo no tráfego de dados, ocasionando alta dos gastos para adequar suas redes.

Também tem sido verificado impacto na atualização dos padrões do 5G e em todos os processos necessários para que seja possível a realização de leilões com segurança. Em resumo, há muitos fatores a serem observados, incluindo a confiança do consumidor, a confiança dos negócios, a renda disponível, os dados de empregabilidade, a disponibilidade de redes, a disponibilidade de dispositivos e de peças, o ambiente de varejo e os orçamentos de marketing. Todos esses fatores contribuem para um cenário impróprio para a realização de um leilão em 2021, pois encontraria empresas com sérias dificuldades de fluxo de caixa, prejudicando o intuito do Governo de massificar o acesso à banda larga de alta velocidade, o que reforça a importância

de que a licitação de espectro no Brasil seja estruturada de modo a incorporar viés não arrecadatário.

Esse conjunto de fatores mostra a dificuldade de se falar em perspectiva num momento em que a crise se encontra no pico mais agudo. É importante que seja considerada a situação econômica do País. Algum nível de retomada de crescimento deverá ser observado antes que compromissos vultosos, como um leilão de 5G, sejam assumidos, tanto pelas empresas, quanto pelo Governo. Finalmente, para que seja possível um processo licitatório mais robusto e transparente, sugerimos adequações na elaboração do edital, entre elas a finalização dos testes de convivência entre os serviços satelitais e as IMT (Telecomunicações Móveis Internacionais, na sigla em inglês) e a determinação transparente dos valores e condições associados aos compromissos do edital.

Mais do que nunca, reconhecendo o enorme poder do 5G de contribuir para a evolução dos mais diversos setores da economia, um modelo de leilão não arrecadatário, que aumente o poder de investimento das empresas, é o mais indicado, pois além de viabilizar a adoção não tardia da tecnologia no País, resultará em ganhos indiretos futuros muito superiores aos ganhos imediatos de um leilão realizado nos moldes tradicionais.



A pandemia da Covid-19 representa grande impacto no ritmo de implantação das redes 5G

A primeira geração das redes de comunicações móveis (1G) surgiu na década de 80 do século passado e ofertava apenas voz em um sistema de comunicação analógico. As redes de segunda geração (2G), já baseadas em um sistema de comunicação digital, foram implantadas na década de 1990 e ofereciam, além da comunicação de voz, a transmissão de mensagens de texto. Desde então, a cada década surgiu uma nova geração de redes de comunicações móveis, sempre tendo como principal requisito de desempenho a oferta de maiores taxas de transmissão para os usuários e, conseqüentemente, a possibilidade de implementação de novos serviços.

A quinta geração das redes de comunicações móveis (5G) está sendo apontada como a próxima grande revolução dos sistemas de comunicação. Uma de suas principais características é a capacidade de agregar e integrar uma grande gama de serviços, e muitos deles ainda sendo vislumbrados pelas operadoras e indústrias de telecomunicações. Esses diferentes serviços estão sendo organizados em cenários de uso, cada um deles com um conjunto específico de requisitos, que serão discutidos na Seção 2 deste documento.

Os cenários de uso previstos têm aplicações nos mais diversos setores da economia, denominados verticais de mercado, antes mencionados, que serão fortemente

Estudos apontam a capacidade de geração de riquezas do 5G e também de contribuição para reduzir problemas sociais

impactados pelas redes 5G, tais como (mas não se limitando a) educação, saúde, agricultura e pecuária, indústria, entretenimento, comércio, cidades inteligentes, construção civil, indústria automotiva, logística e transporte, segurança, mineração, *utilities*, financeiro e governo. Na Seção 3 deste documento, serão apresentadas algumas aplicações típicas vislumbradas para as redes 5G nas principais verticais de mercado.

As novas aplicações viabilizadas pelo 5G terão enorme impacto econômico e social. Por exemplo, o estudo *5G Economy: How 5G Technology will Contribute to the Global Economy*, realizado pelo IHS, aponta que o 5G irá gerar receitas anuais de até US\$ 3,5 trilhões e contribuir para a produção de bens e serviços no valor de até US\$ 12,3 trilhões no ano de 2035. Para tal, a cadeia de valor da rede 5G deverá investir US\$ 200 bilhões por ano¹.

Esses números, como vários outros apresentados em diferentes estudos,

¹ IHS Economics & IHS Technology Report: 5G Economy - How 5G Technology will Contribute to the Global Economy.

apontam o potencial transformador da tecnologia 5G e sua capacidade de geração de riquezas e também de contribuição para reduzir problemas sociais, rompendo a barreira para o acesso à informação existente no mundo. Assim, é

incontestável a relevância das redes 5G no desenvolvimento global no futuro próximo e, como consequência, a necessidade de que o Brasil invista na viabilização desta tecnologia para se manter competitivo no cenário mundial.

2

CENÁRIOS DE USO E REQUISITOS DE DESEMPENHO

Três cenários vêm sendo apresentados como os principais para as redes 5G: *enhanced Mobile Broadband (eMBB)*, *Ultra-Reliable and Low Latency Communications (URLLC)* e *massive Machine Type Communications (mMTC)*. Além destes três, um quarto cenário, de fundamental importância para o Brasil, é o denominado *enhanced Remote Area Communications (eRAC)*. Cada um deles está definido e caracterizado, em termos de requisitos de desempenho, a seguir:

Enhanced Mobile Broadband: voltado para aplicações que demandam a oferta de maiores taxas de transmissão de dados para os usuários e, conseqüentemente, maior capacidade de escoar tráfego para a rede. Esse é o cenário comumente associado à evolução das redes de comunicações móveis.

As aplicações vislumbradas para o eMBB estão normalmente associadas a áreas urbanas densamente povoadas, ambientes internos (por exemplo, shopping centers e prédios de escritórios) e eventos com

grandes multidões, tais como competições esportivas e shows em estádios. Entretanto, é uma forte promessa para complementar o portfólio de banda larga fixa nos locais em que ainda não há uma oferta ampla de serviços e conectividade por fibra óptica (*FTTx – Fiber to the x*) – áreas suburbanas e rurais, por exemplo – através dos serviços FWA (*Fixed Wireless Access*)².

Estima-se que essas novas aplicações demandarão um aumento significativo na capacidade de escoar tráfego das redes. Por exemplo, a Ericsson projeta que, em 2025, o tráfego de dados móvel global alcançará a marca de 160 EB por mês, com 45% dele sendo transportado pelas redes 5G³.

Os requisitos de desempenho definidos pela ITU para este cenário são: taxa de dados experimentada pelo usuário de 100 Mbps, em áreas urbanas e suburbanas, e de 1 Gbps em *hotspots*, com uma taxa de pico de 20 Gbps (20 vezes superior à taxa de pico de 1 Gbps das redes 4G); e capacidade de tráfego por

² <https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2018/08/Fixed-Wireless-Access-economic-potential-and-best-practices.pdf>

³ Ericsson Mobility Report – November 2019.

área de 10 Mbps/m² (100 vezes maior que a capacidade das redes 4G)⁴.

Para atender a esses requisitos de desempenho, serão necessários o uso de frequências em ondas milimétricas (são as maiores ou iguais a 30 GHz, embora também estejam sendo consideradas e denominadas como milimétricas frequências em torno de 24, 26 e 28 GHz)⁵ e a operação com células muito pequenas, com diâmetro de cobertura em torno de 200 metros ou menos.

O uso de células muito pequenas, com o consequente aumento do número de células e de radiobases, define novos paradigmas econômicos, como necessidade de equipamentos de menor custo, e de infraestrutura, como tecnologias de comunicação para o *backhaul*, além de demandar processos administrativos simplificados para a instalação de novas radiobases e novos mecanismos para compartilhamento de infraestrutura por parte das operadoras.

Massive Machine-Type Communications: voltado para viabilizar as aplicações de Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) de forma massiva. Aplicações envolvendo comunicações M2M (*Machine to Machine*) e aplicações não críticas de comunicações V2V (*Vehicle to Vehicle*) também são relacionadas a esse cenário.

Embora existam várias tecnologias hoje

utilizadas para implementar soluções de IoT, o 5G é considerada a que as viabilizará de forma massiva. Diversas previsões apontam que as aplicações de IoT evoluirão para um cenário em que haverá um enorme número de terminais. Por exemplo, o 5GPPP (5G *Public Private Partnership*) prevê que o número de terminais IoT conectados às redes 5G pode chegar a 1 trilhão⁶. Outra questão relevante é a eficiência energética, uma vez que algumas aplicações de IoT demandam que o tempo de duração da bateria dos dispositivos tenha de ser muito longo, como 10 anos. O número massivo de terminais e a questão energética estão refletidos nos requisitos de desempenho definidos pela ITU para esse cenário: uma densidade de conexões de 10⁶ dispositivos/km² (10 vezes maior que o definido para o 4G) e uma eficiência energética 100 vezes maior que a definida para o 4G⁷.

Para algumas aplicações desse cenário, é necessária a utilização de frequências abaixo de 1 GHz. Outro aspecto importante é a necessidade de se ter dispositivos de IoT de baixo custo e que possam ser ofertados ao mercado de forma rápida, levando à necessidade de redução de impostos e taxas para tais dispositivos e, também, de simplificação de procedimentos de certificação e autorização de uso.

Ultra-Reliable and Low Latency Communications: está associado a aplicações que demandam latência muito baixa e alta confiabilidade da rede, como, dentre outras, as de Internet Tátil. Os requisitos usualmente especificados para as

⁴ ITU-R - ITU Radiocommunication Sector - Recommendation M.2083-0, 2015.

⁵ <https://www.everythingrf.com/community/what-are-millimeter-waves>

⁶ 5GPPP, "5G Vision," 2015. [Online]. Disponível em: <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf>

⁷ ITU-R - ITU Radiocommunication Sector - Recommendation M.2083-0, 2015.

aplicações de Internet Tátil são uma latência fim-a-fim máxima de 1 ms e probabilidade de indisponibilidade menor ou igual a 10⁻⁷ (também denominado sistema com confiabilidade de sete 9s). A título de comparação, a latência fim-a-fim das redes 4G é de aproximadamente 20 ms⁸.

Enhanced Remote Area

Communications: esse é um cenário de grande interesse para o Brasil, seja por razões econômicas, seja por razões sociais. O potencial revolucionário das redes 5G não pode ficar restrito aos grandes centros urbanos, sob pena de aumentar a divisão digital e social já existente no País e diminuir a competitividade de setores estratégicos para a economia, como o agronegócio. Também é de interesse de um grande número de nações ao redor do Globo. Por exemplo, alguns estudos estimam que haja aproximadamente 4 bilhões de pessoas desconectadas no mundo, vivendo em áreas sem cobertura ou em áreas com cobertura deficitária⁹.

Em particular para o Brasil, o cenário eRAC assume importância especial e, por isso, tem sido escolhido como o prioritário em diversas iniciativas, como no Projeto 5G Brasil e no Plano Nacional de IoT, que definiu como uma de suas verticais mais relevantes as aplicações em área rural, que demandam justamente o eRAC para sua efetiva implementação.

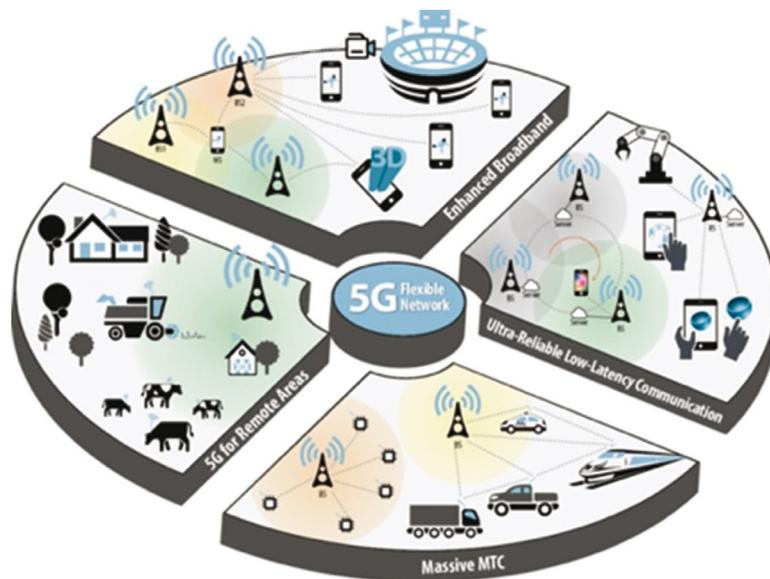


FIGURA 1

Cenários de uso para as redes 5G – visão com quatro cenários

Como definido pelo projeto 5G-RANGE (*Remote Area Access Network for the 5th Generation*), que tem por objetivo desenvolver um transceptor 5G otimizado para o eRAC, o principal requisito de desempenho para esse cenário é oferecer uma taxa de 100 Mbps disponível a uma distância de 50 km da estação radiobase¹⁰. Para atender a esse requisito, é necessária a utilização de bandas de frequência abaixo de 1 GHz (sub-GHz). Além disso, novas tecnologias de comunicação, como o acesso oportunista ao espectro com rádios cognitivos, podem colaborar para a viabilização econômica do cenário e precisam ser consideradas em termos de regulamentação.

A Figura 1 ilustra os quatro cenários de uso previstos para as redes 5G anteriormente descritos.

⁸ ITU-T, "The Tactile Internet: ITU-T Technology Watch Report," 2014.

⁹ I. Philbeck, "Connecting the Unconnected: Working together to achieve Connect 2020 Agenda Targets," International Telecommunication Union, Genebra, 2017.

¹⁰ 5GRange, "5G Range: Remote Area Access Networks for 5th Generation. EU-Brazil Joint Call H2020 EUB 2017," 2017.

Requisitos 5G x LTE

● IMT-2020
● IMT-advanced

A Figura 2 resume os diversos requisitos de desempenho especificados para as redes 5G, incluindo o cenário eRAC. Os parâmetros destacados na figura em azul claro dizem respeito ao IMT-Advanced, que é o padrão da ITU que define as redes 4G LTE-A, enquanto os destacados na figura em azul escuro estão associados ao IMT-2020, que é o padrão da ITU voltado para as redes 5G (com exceção do requisito do cenário eRAC, que não está definido neste padrão).

O cenário eMBB é o único que já está padronizado pelo 3GPP e que está sendo implantado em diversos países. O caminho de evolução dos padrões das redes 5G é apresentado na Seção 9 deste documento.

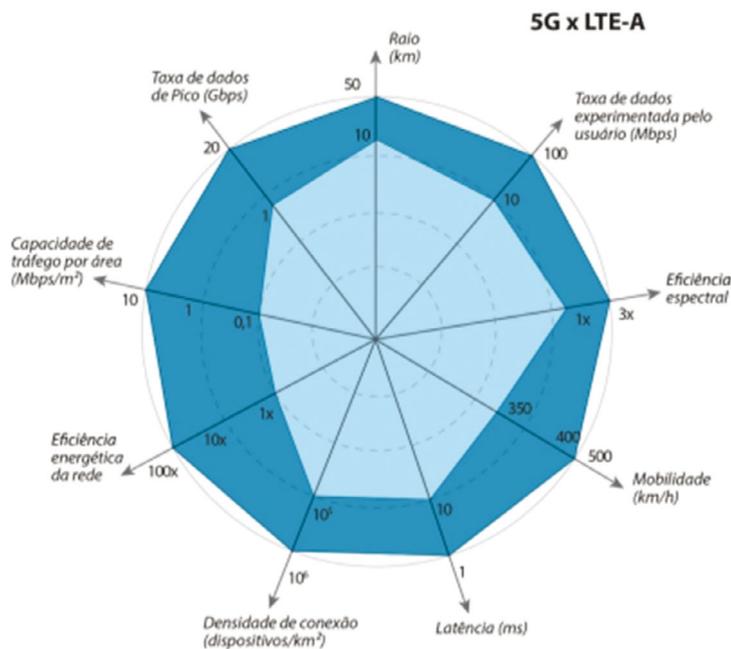


FIGURA 2

Requisitos de desempenho para as redes 5G versus LTE-A

3

VERTICAIS DE MERCADO E APLICAÇÕES

Como já mencionado, o potencial das redes 5G irá resultar em diversas aplicações revolucionárias, que impactarão os mais diversos setores da economia, denominados verticais de mercado. A seguir, um resumo das principais aplicações vislumbradas para cada cenário e das verticais de mercado afetadas por elas. Também são apresentadas algumas estimativas preliminares de impacto econômico. No entanto, ressalte-se que essas estimativas precisarão ser revistas em função dos impactos econômicos e sociais gerados pela crise da Covid-19.

As altas taxas de transmissão ofertadas pelo

cenário eMBB viabilizarão uma série de novas aplicações, como imagens 3D, hologramas, *streaming* de vídeo de altíssima resolução, realidade aumentada, realidade virtual, presença virtual, robôs colaborativos e *cloud robotics*. Essas aplicações resultarão em avanços significativos em serviços e processos em diversas verticais, tais como educação, saúde, comércio, entretenimento, indústria em geral e indústria automotiva, casas e construções inteligentes, cidades inteligentes e agronegócio.

Estudo apresentado pela GSMA (*Global System for Mobile Association*), sob análises

conservadoras, aponta que as comunicações em ondas milimétricas nas redes 5G (cenário eMBB) devem resultar, em 2034, em um incremento de US\$ 565 bilhões no PIB mundial. Para a América Latina, o estudo considera que esse aumento será de US\$ 20,8 bilhões, representando um crescimento de 1,2% no PIB da região, tendo o Brasil, México e Colômbia como os principais impulsionadores, contribuindo, respectivamente, com 47%, 29% e 9%.

O estudo indica que os casos de uso de ondas milimétricas que mais contribuirão para o aumento do PIB são: automação industrial, com 23% de contribuição; manipulação de objeto remoto, com 18%; realidade e reuniões virtuais, com 16%; conexão de alta velocidade nas residências e escritórios, com 15%; e transporte e conectividade de próxima geração, com 14%. Para a América Latina, as verticais que mais irão contribuir para o aumento do PIB devido às comunicações em ondas milimétricas do 5G serão: manufatura e *utilities*, contribuindo com 34% do aumento; serviços financeiros e profissionais (28%); serviços públicos (19%); ICT e comércio (14%); e agricultura e mineração (5%)¹¹.

O mesmo estudo do GSMA aponta que os principais benefícios trazidos pelas aplicações de 5G voltadas para o cenário eMBB são melhorias na saúde e maior expectativa de vida; incremento na independência e autonomia das pessoas; redução na poluição; incremento do acesso à educação; incremento do acesso aos cuidados com a saúde; melhoria na segurança

pública e na resposta em situações de emergência; e melhor mobilidade urbana, com tempos de deslocamento mais curtos¹².

O mMTC é o segundo cenário com maior impacto potencial no Brasil em curto e médio prazos, com as aplicações de IoT em diversas verticais de mercado. O Plano Nacional de IoT definido para o País priorizou quatro verticais, em função do impacto na economia e na sociedade brasileira, a saber, cidades, indústria, rural e saúde. Dessas verticais, três estão principalmente associadas ao cenário mMTC, sendo que a vertical rural se relaciona mais fortemente com o cenário eRAC.

Para a área da saúde, estima-se que as aplicações de IoT possam trazer um ganho econômico potencial para o País, até 2025, entre US\$ 5 e US\$ 39 bilhões. Esses ganhos não estão relacionados apenas com aplicações voltadas para o controle, tratamento e prevenção de doenças, mas também para aquelas relacionadas com a gestão do sistema de saúde e com a interação do usuário com o sistema de saúde¹³.

A aplicação da IoT no ambiente das cidades também pode resultar em ganhos econômicos e sociais significativos. Para o Brasil, estima-se que, em 2025, o ganho econômico será de US\$ 27 bilhões. As aplicações com maior potencial de impacto no ambiente das cidades estão relacionadas com eficiência energética, saneamento e gestão de recursos hídricos, monitoramento de tráfego e mobilidade urbana, e na área da segurança¹⁴.

¹¹ GSMA, "Study on Socio-Economic Benefits of 5G Services Provided in mmWave Bands," 2018.

¹² GSMA, "Study on Socio-Economic Benefits of 5G Services Provided in mmWave Bands," 2018.

¹³ BNDES, "Produto 7B: Aprofundamento de Verticais: Saúde", 2017.

¹⁴ BNDES, "Produto 7A: Aprofundamento de Verticais – Cidades", 2017.

Os impactos econômicos do uso da Internet das Coisas no País tendem a aumentar significativamente a partir de 2025, com a popularização das redes 5G e o consequente aumento massivo das aplicações de IoT ofertadas para os usuários.

O número de conexões IoT na América Latina deve evoluir de 444 milhões em 2017 para 1,31 bilhão em 2025. As verticais e aplicações que mais contribuirão para este crescimento são: casas inteligentes (27%), construções inteligentes (18%), eletrônicos de consumo (16%), *smart utilities* (10%), outras aplicações empresariais (10%), vendas no varejo (4%), *wearables* (4%), saúde (3%), fábricas inteligentes (2%), veículos inteligentes (2%) e cidades inteligentes (2%)¹⁵.

Um estudo do IHS aponta os setores que serão mais impactados pelas aplicações do cenário mMTC: manufatura; mineração; serviços públicos; transporte e armazenamento; vendas de atacado e varejo. Esse estudo ainda indica que o cenário mMTC contribuirá com US\$ 3,6 trilhões (29,3%) dos US\$ 12,3 trilhões que o 5G irá gerar em 2035¹⁶.

Assim como os anteriores, o cenário URLLC também tem aplicações nas mais diversas verticais. Por exemplo, a ITU identificou aplicações de Internet Tátil nas seguintes áreas: robótica, telepresença, realidade aumentada, educação, indústria, realidade virtual, controle de tráfego, jogos (de entretenimento,

educativos e simuladores), cultura, *smart grids* e aplicações de saúde¹⁷. Além das aplicações de Internet Tátil, o cenário URLLC também se relaciona com outras aplicações que demandam comunicações ultraconfiáveis, como comunicações V2V para carros autônomos.

As verticais que terão maiores impactos com o cenário URLLC são a indústria automotiva, com os carros autônomos; a área da saúde, com aplicações sofisticadas de diagnóstico, cirurgia e reabilitação remotas; a área da indústria, com o uso de grupos de robôs trabalhando de forma cooperativa e em tempo real; a área do entretenimento, com jogos em tempo real; e as áreas de logística e ambiental, com redes de *drones* conectados provendo aplicações de entrega e de monitoramento.

Em particular, para a área da saúde, a Internet Tátil pode causar uma revolução, permitindo que sofisticados serviços possam ser ofertados a qualquer um, a qualquer instante e em qualquer lugar, como, por exemplo, diagnósticos remotos por especialistas médicos, viabilizados por sofisticados sistemas de telediagnóstico que incluem capacidade de exame físico (mesmo por toque) por meio de robôs controlados remotamente que oferecem realimentação audiovisual e tátil; intervenções cirúrgicas remotas; e serviços de reabilitação por meio de exoesqueleto também remotamente controlado por terapeutas com realimentação tátil¹⁸.

Finalmente, o cenário eRAC tem grande impacto econômico e social em diversas

¹⁵ GSMA - GSM Association, "The Mobile Economy - Latin America and the Caribbean 2018," 2018.

¹⁶ IHS, "IHS Economics & IHS Technology Report: 5G Economy - How 5G Technology will Contribute to the Global Economy."

¹⁷ ITU-T, "The Tactile Internet: ITU-T Technology Watch Report," 2014.

¹⁸ BNDES, "Produto 7A: Aprofundamento de Verticais - Cidades", 2017.

Embora as redes de comunicações móveis atendam um percentual significativo da população no Brasil, ainda há grandes problemas de conectividade em áreas remotas e rurais

verticais, como agronegócio, saúde, educação, logística, indústria, cultura e mineração.

Embora as redes de comunicações móveis atendam um percentual significativo da população no Brasil, ainda há grandes problemas de conectividade em áreas remotas e rurais, com distritos distantes da sede dos municípios desatendidos e fazendas em locais remotos, desprovidos de soluções de comunicação. Esse déficit de conectividade tem impacto negativo tanto em aspectos econômicos, pela impossibilidade de levar soluções tecnológicas conectadas a esses lugares, quanto em aspectos sociais, por aumentar a divisão digital existente no País.

Para o Brasil, em termos econômicos, as aplicações na vertical do agronegócio talvez sejam as mais importantes do cenário eRAC. Essa importância é corroborada pela relevância do agronegócio, que respondeu por 44% das exportações brasileiras¹⁹ e 21,6% do PIB (Produto Interno Bruto) do País em 2017²⁰.

As aplicações relacionadas com IoT no agronegócio incluem: monitoramento do ar e da água, de dados de umidade, de temperatura, de condutividade e pH do solo, de incêndio, de dados meteorológicos, de

saúde e posicionamento de rebanhos, de peso e alimentação de animais; rastreabilidade de vacinas e medicamentos; irrigação inteligente; controle de pulverizações; emprego de maquinário autônomo em lavouras; *drones* e redes de *drones* para monitoramento, mapeamento de terreno e aplicação de pesticidas em lavouras; gestão da produção e do desempenho de máquinas; aplicações na logística da produção rural. Estudo publicado pelo BNDES aponta um impacto de até US\$ 21,1 bilhões do uso de IoT no ambiente rural em 2025²¹.

O Projeto 5G Brasil estabeleceu como prioritárias para suas ações as verticais (em ordem alfabética): agronegócio; educação; indústrias de base e manufatura avançada (mineração, óleo e gás, indústria 4.0); logística (logística de carga, incluindo armazenamento na origem e destino, transporte e distribuição); saúde (incluindo logística da saúde, atendimento médico remoto e saúde pública); e segurança pública (urbana e fronteiras de terra, ar e água).

Como se pode concluir pelas aplicações e números apresentados nesta seção, é mister que se tenha investimentos no País para que as redes 5G estejam disponíveis o mais rápido possível, sob pena de o Brasil se tornar incapaz de competir no cenário mundial.

¹⁹ GSMA - GSM Association, "The Mobile Economy - Latin America and the Caribbean 2018," 2018.

²⁰ IHS, "IHS Economics & IHS Technology Report: 5G Economy - How 5G Technology will Contribute to the Global Economy,"

²¹ ITU-T, "The Tactile Internet: ITU-T Technology Watch Report," 2014.

Como abordado nas seções anteriores, o 5G afetará de forma positiva praticamente todos os setores da economia e da sociedade. Por esta razão, ele tem sido tratado como estratégia de Estado em diversas nações, com programas, disponibilização de recursos, subsídios e isenções tributárias²².

Existem três fatores críticos de sucesso para o 5G: infraestrutura para a rede de acesso; virtualização e transformação digital; ecossistema e inovação. No caso da infraestrutura de rede de acesso, o espectro de radiofrequência é o fator de maior importância.

Nesta seção, avaliam-se algumas políticas mundiais de gestão de espectro de radiofrequência, bem como a situação no Brasil, e apresentam-se algumas oportunidades.

4.1 STATUS ATUAL DAS BANDAS DE FREQUÊNCIAS

A diversidade de casos de uso no 5G, como descrito na Seção 2, demanda a alocação de distintas faixas de espectro de radiofrequência. Em geral, as faixas são classificadas em quatro grupos: abaixo de 1 GHz, entre 1 e 3 GHz, entre 3 e 6 GHz e acima de 24 GHz.

As faixas de frequências mais baixas (< 1 GHz) oferecem melhores condições de propagação e, conseqüentemente, melhor cobertura, além

de maior confiabilidade na comunicação, mas as taxas de transmissão possíveis são menores, por causa da menor largura de faixa. Essas faixas são apropriadas para aplicações relacionadas aos cenários mMTC e eRAC, que demandam cobertura de grandes áreas. As faixas de frequências mais altas (> 24 GHz) permitem ofertar taxas de transmissão mais altas, devido à maior largura de faixa, e menores latências, mas o diâmetro da célula é reduzido por causa das condições de propagação e há dificuldades para uso amplo em mobilidade.

As aplicações associadas a essas faixas são aquelas relacionadas às demandas por alta capacidade, especialmente no cenário eMBB. Para as faixas mais baixas, prevê-se a necessidade de largura de banda variando entre 20 e 50 MHz por operadora. Já para as faixas mais altas, projeta-se uma largura de banda mínima de 1 GHz por operadora para que se possa explorar todo o potencial do 5G.

As restrições inerentes às faixas mais baixas e mais altas fazem com que as intermediárias, entre 1 e 6 GHz, sejam as mais importantes, pois apresentam características balanceadas entre projeção de cobertura e provimento de capacidade, viabilizando uma boa parte dos casos de uso e aplicações de mobilidade plena para o 5G. Para essas faixas, há necessidade de largura de faixa da ordem de 100 MHz por operadora, para utilização plena dos recursos e potenciais do 5G²³. As faixas intermediárias

²² Um exemplo emblemático é o programa do FCC: "5G Fast Plan" - <https://www.fcc.gov/5G>

²³ Segundo as recomendações 3GPP TS 38.101 e 38.104, para FR1 (Frequency Range1), a portadora do 5G é de 100 MHz para algumas configurações de SCS (SubCarrier Spacing);

são estratégicas ao 5G e uma maior largura de banda é determinante para o sucesso de sua implantação. Em recente relatório da Analysis Mason²⁴, avaliou-se que a média de largura de banda das faixas intermediárias destinadas ao 5G é da ordem de 380 MHz em 2020 e será da ordem de 420 MHz em 2022.

A disponibilidade de espectro e a alocação das faixas de frequências que serão utilizadas para o 5G variam de país para país. Entretanto, pode-se observar que há uma concentração maior de atividades (redes comerciais e em testes) relacionadas ao espectro na faixa de 3,5 GHz, seguida de uma menor participação na faixa de ondas milimétricas. Entretanto, observa-se uma crescente adoção das faixas abaixo de 1 GHz e implantações com a reutilização das faixas existentes, em combinação com as redes legadas (4.5G), com a tecnologia DSS (*Dynamic Spectrum Sharing*).

A ITU.R²⁵ estima a necessidade de espectro atribuído entre 1340 MHz e 1960 MHz para cada país. Entre 440 e 540 MHz para os sistemas legados anteriores ao 4G, RATG1 (i.e. pre-IMT, IMT-2000 etc.). E entre 900 e 1420 MHz para as recentes gerações RATG2 (i.e. IMT-Advanced e IMT-2020).

No Brasil, há neutralidade tecnológica no uso do espectro de radiofrequências. De toda

forma, as faixas de frequências intermediárias consideradas para exploração do 5G são as de 2300 MHz e de 3500 MHz, constantes na Consulta Pública (CP) 009/2020²⁶, designadas pela Anatel por meio das Resoluções 710/2019 e 711/2019²⁷, respectivamente. Nas frequências mais altas, a faixa que está sendo considerada para o Brasil é a de 26 GHz, também proposta na CP 009/2020.

4.2 GESTÃO DE ESPECTRO

O espectro de radiofrequência é o principal recurso para os serviços de radiocomunicação. O gerenciamento de espectro garante a designação balanceada aos diversos serviços para o atendimento adequado a todas as suas manifestações e requisitos para benefício dos setores produtivos, usuários e sociedade como um todo²⁸. O gerenciamento do espectro também permite racionalizar e otimizar o uso do espectro; evitar e mitigar interferências para garantia de coexistência de serviços; projetar alocações de frequência em função do ciclo de vida tecnológico e de serviços; garantir a evolução tecnológica; coordenar o uso com países vizinhos e outras administrações; coordenar e harmonizar em âmbito mundial o uso de radiofrequência, dentre outras atribuições.

Entre os grandes avanços recentes no Brasil, está a publicação da Resolução

²⁴ 5G Midband Global Update, March 2020.

²⁵ Report ITU-R M.2290-0 Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT

²⁶ Consulta Pública nº 9/2020 submete a comentários e sugestões do público geral: a) Proposta de Edital de Licitação para autorização de uso de radiofrequências nas faixas de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz; b) Proposta de alteração da Resolução nº 711, de 28 de maio de 2019, e do Regulamento sobre Condições de Uso da Faixa de Radiofrequências de 3,5 GHz a ela anexo, e de aprovação do Regulamento sobre Condições de Uso da Faixa de Radiofrequências de 24,25 GHz a 27,50 GHz; c) Proposta de alteração do Plano Geral de Autorizações do Serviço Móvel Pessoal - PGA-SMP, aprovado por meio da Resolução nº 321, de 27 de setembro de 2002; d) Listas de localidades e municípios elegíveis para os compromissos afetos às faixas de 700 MHz, 2,3 GHz e 3,5 GHz; e) Estudo preliminar de precificação do objeto e compromissos do Edital de licitação concernente às faixas de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz.

²⁷ A adição da subfaixa de 3600 a 3700 MHz na Resolução 711/19 está sob processo de consulta pública.

²⁸ Report ITU-R SM.2012-6 "Economic aspects of spectrum"; ITU.R Handbook on National Spectrum Management - 2015;

695/2018, que aprovou o “Regulamento de Cobrança de Preço Público pelo Direito de Uso de Radiofrequências”, que trouxe importante melhoria, ao dispor de processos e mecanismos de precificação mais justos e transparentes do que aqueles observados até então para a concessão de licenças de uso do espectro.

De acordo com o GSMA²⁹, os altos custos do espectro levam a resultados negativos para o consumidor, restringindo a capacidade financeira de investimento em rede. Já a limitação artificial no fornecimento de espectro, inclusive por meio de ajustes, apresenta grandes riscos: os preços excessivos do espectro podem causar sérios danos aos consumidores, superando quaisquer benefícios potenciais obtidos por meio de maiores receitas de leilão. Ainda, quando um espectro adicional é disponibilizado para o benefício de todos, os consumidores experimentam serviços móveis de melhor qualidade.

Outro grande avanço ocorrido no País foi a publicação da Resolução nº 671/2016, que aprova o “Regulamento de Uso do Espectro de Radiofrequências”³⁰, que trouxe segurança e mecanismos para exploração do uso secundário e compartilhamento de espectro. Ressalte-se que esse fato ainda não gerou resultados práticos no sentido

de desenvolver diversidade de modelos de negócios relativos ao uso de espectro de radiofrequências, mas espera-se que essa evolução se dê no âmbito das discussões da Consulta Pública nº 51/2020, pela qual a Anatel realiza uma Tomada de Subsídios para reavaliação daquele regulamento.

A possibilidade de compartilhar o espectro e/ou a não exclusividade de utilização traz uma importante ferramenta para exploração oportunista deste recurso, seja para subfaixas sem uso (áreas rurais, ambientes *indoor*) seja com limitações geográficas de uso (interferências locais). O compartilhamento de espectro potencializa a utilização e catalisa investimentos por meio das empresas de *neutral-host*, além de permitir a criação de novos modelos de negócio de compartilhamento de infraestrutura e de exploração de serviços. Diversos países já adotam o compartilhamento de espectro automático através de tecnologias padronizadas. Por exemplo, na Europa e nos EUA, o compartilhamento é feito com os programas LSA (*Licensed Spectrum Access*)³¹ e CBRS (*Citizen Broadband Radio Services*)³²/TVWS (*TV White Spaces*)³³, respectivamente.

No Brasil, o compartilhamento de espectro permitiria a utilização desse recurso por empresa não detentora do direito de uso, através da sua dotação (uso secundário)

²⁹ GSMA Set/2019, “The impact of spectrum prices on consumers”

³⁰ 30 Com a alteração legislativa promovida pela Lei nº 13.879/19, bem como considerando o quanto disposto no Decreto nº 10.402/2020, inaugurou-se a possibilidade de o País contar, em seu arcabouço regulatório, com a figura do mercado secundário de espectro, pendente ainda de regulamentação por parte da Anatel. Nesse sentido, vide a vigente Consulta Pública nº 50/2020 editada pela Agência.

³¹ CEPT ECC Report 205 Licensed Spectrum Access
https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf

³² <https://www.fcc.gov/tags/citizens-broadband-radio-service-cbrs>

³³ <https://www.fcc.gov/general/white-space>



Fatores críticos de sucesso para o 5G: infraestrutura para a rede de acesso; virtualização e transformação digital; ecossistema e inovação

dinâmica, total ou parcial, principalmente em locais de baixa ou nenhuma utilização por parte da empresa detentora do direito de uso, mediante acordos entre as partes. O compartilhamento de espectro pode auxiliar na solução de questões de fragmentação de espectro; rapidez na disponibilidade, otimizando os longos testes de convivência para liberação numa ampla abrangência geográfica. O compartilhamento espectral, com o uso de rádios cognitivos, é considerado uma tecnologia chave para a viabilização econômica do cenário eRAC.

Outra vertente do compartilhamento de espectro, atualmente em uso no País, é o Compartilhamento de Rede de Acesso (*RAN Sharing*) nas redes de quarta geração. Com as facilidades em desenvolvimento no que tange às redes definidas por software, esse é um cenário que tende a se replicar também nas redes 5G.

A introdução do mercado secundário de espectro no Brasil poderá representar a quebra de importantes barreiras de entrada ao mercado de telecomunicações no País. Até muito recentemente, não se permitia a negociação dos direitos de uso de espectro

a outros que não ao próprio Estado. Em tese, a edição da Lei nº 13.879/2019, e sua regulamentação pela Anatel, poderá aprimorar as tipologias de negociação do direito de uso desse recurso, especialmente aqueles conferidos a partir de licitação, por tempo determinado e sujeito a prorrogações sucessivas. O propósito de iniciativas dessa natureza é promover as alternativas de alocação do uso do espectro de radiofrequências, permitindo também o uso de forma dinâmica.

4.3 SPECTRUM CAPS

Anteriormente, os limites de espectro detidos pelas operadoras eram estabelecidos para cada subfaixa, em um modelo que se mostrava inflexível. Com o intento de atender à crescente demanda por capacidade, novos limites foram estabelecidos na Resolução nº 703/2018. Ficaram estabelecidos limites máximos de quantidade de espectro de radiofrequências que uma mesma operadora pode deter em um mesmo município para o agrupamento de diversas faixas de frequências, a saber, abaixo de 1GHz e entre 1 GHz e 3 GHz.

São estabelecidos dois limites por faixa de frequências:

- Até o primeiro limite é permitido à operadora adquirir espectro: 35% para faixas abaixo de 1 GHz e 30% para faixas entre 1 GHz e 3 GHz.
- Entre o primeiro e o segundo limite (40% nos dois agrupamentos de faixas), a operadora pode adquirir mais espectro mediante condicionamentos estipulados pela Anatel caso a caso.
- O segundo limite não pode ser ultrapassado em qualquer hipótese.

4.4 ANÁLISE DAS NOVAS OPORTUNIDADES E PONTOS DE ATENÇÃO

Nesta seção, apresentam-se algumas

das principais oportunidades e pontos de atenção para a questão da alocação de espectro no País. A Tabela 1 resume essas oportunidades e pontos de atenção.

TABELA 1
Oportunidades e Pontos de Atenção para Alocação de Espectro no Brasil

Oportunidades	Pontos de atenção	
Banda C	<ul style="list-style-type: none">• Exploração da faixa de 3.700 a 3.800 MHz em ambiente <i>indoor</i> com baixa potência – CBRS dos EUA pode ser fonte de inspiração para solução no Brasil	<ul style="list-style-type: none">• Apesar da Res. nº 671/2016, é preciso avançar na conceituação de espectro compartilhado• Criação do modelo de exploração (níveis de prioridades, operadoras do tipo SAS (<i>Spectrum Access System</i>) etc.• Necessidade de estudos de convivência com o Serviço Fixo por Satélite
600 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Exploração compartilhada do 600 MHz em áreas rurais com pouco ou nenhum uso de radiodifusão de TV• Início da discussão sobre o segundo dividendo digital	<ul style="list-style-type: none">• As mesmas observações acima• Rearranjo e otimização da canalização• Há possibilidade de uso de tecnologias não 3GPP (IEEE 802.11af)• Há possibilidade de uso de tecnologias 3GPP, por meio da operação FDD da Banda n71 (663 a 698 MHz <i>uplink</i> / 617 a 652 MHz <i>downlink</i>), com ecossistema impulsionado pelos EUA ³⁴
1.500 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Potencial uso para suplementação do DL (<i>downlink</i>)• Ou uso no UL para o 3500 MHz no mecanismo de UL/DL <i>decoupling</i>	<ul style="list-style-type: none">• Necessidade de discussão de atribuição
4.800 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Ampla largura de banda (190 MHz)• Previsto como <i>midband</i> (n79) para a China, Japão e Hong Kong com potencial para grande ecossistema ³⁵	<ul style="list-style-type: none">• Possibilidade de interferência com a IMT operando em 3,5 GHz, com necessidade de mitigação• Necessidade de discussão de atribuição
5.900 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Banda prevista para utilização nos sistemas ITS (<i>Intelligent Transport Systems</i>) ³⁶	<ul style="list-style-type: none">• Necessidade de atribuição pela Anatel• Há a possibilidade de uso de tecnologias não 3GPP (IEEE 802.11p)• Necessidade de estudos de convivência com o Serviço Fixo por Satélite
6.000 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Banda sendo harmonizada para utilização nos próximos sistemas Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none">• Necessidade de discussão de atribuição• Necessidade de estudos de convivência com o Serviço Fixo por Satélite

³⁴ <https://gsacom.com/paper/5g-devices-april-2020-global-ecosystem/>

³⁵ <https://gsacom.com/paper/5g-devices-ecosystem-executive-summary-march-2020/>

³⁶ https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303600_303699/303613/01.01.01_30/en_303613v010101v.pdf

5.1 REGULAMENTO CONJUNTO ANATEL-ANEEL DE COMPARTILHAMENTO DE POSTES

A utilização de postes como elemento de infraestrutura passiva para a instalação de *backhaul* de fibra óptica é um dos entraves relevantes no atual contexto de redes móveis de quarta geração e expansão da banda larga residencial. Operadoras de serviços de telecomunicações e distribuidoras de energia elétrica têm de coordenar essa relação comercial que é fundamental para as telecoms (por ser uma das maneiras mais rápidas e baratas de se instalar *backhaul* de meios confinados), mas não faz parte do negócio principal das elétricas. Surgem problemas como ocupação desordenada ou mesmo irregular dos postes nos grandes centros urbanos.

A chegada das redes 5G e o adensamento de estações radiobase, bem como o aumento do tráfego, levarão a uma necessidade maior de instalação de *backhaul*, o que tende a aumentar a demanda pelo espaço nos postes de energia elétrica. O tema do compartilhamento de postes entre empresas de energia elétrica e de telecomunicações é debatido entre esses setores, com ação conjunta da Anatel e da Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica).

A primeira barreira identificada no Relatório de Análise de Impacto Regulatório é a necessidade de atualização das regras gerais do compartilhamento de infraestrutura entre agentes dos dois setores. As distribuidoras de

energia elétrica manifestam pouco interesse na atividade de compartilhamento de sua infraestrutura. Por outro lado, as operadoras de serviços de telecomunicações percebem o compartilhamento como essencial para a prestação do serviço, por vezes representando meio economicamente mais viável para a construção das redes de telecomunicações. Uma das consequências finais mais claras dessa questão é a necessidade de dar maior eficiência à ocupação de postes, que é desafio relevante em vários países.

A segunda barreira é a falta de modelo adequado para a exploração do espaço em postes. O principal negócio da empresa detentora dos postes é a distribuição de energia elétrica. Portanto, esta empresa não teria incentivos relevantes para coordenar a ocupação e manutenção dos espaços nos postes ocupados por redes de telecomunicações.

Encontrar modelo de exploração economicamente saudável é importante no contexto do 5G, onde se verá um grande aumento do número de ERBs instaladas, além da expansão da banda larga fixa, que é um movimento que ocorre no Brasil.

Para tratar a primeira barreira, deve-se estabelecer regras gerais para a ocupação da infraestrutura dos postes, com aspectos mínimos para a avaliação da regularidade da ocupação, o combate à ocupação sem respaldo contratual, cobrança pela ocupação real e reforço da responsabilização por ocupações irregulares.

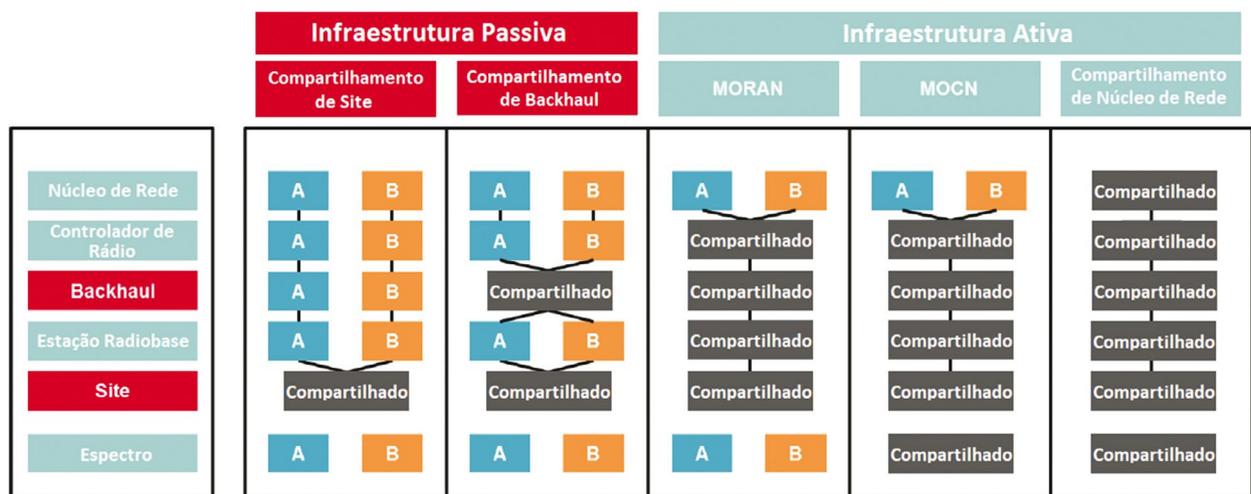


FIGURA 3
Modalidades de compartilhamento de infraestrutura

Para a segunda barreira, a possibilidade de empresas dedicadas às atividades de gestão e otimização de postes poderia ser uma alternativa relevante.

Ao permitir a exploração de infraestruturas compartilháveis por ente terceiro, há potenciais ganhos para a distribuidora de energia elétrica, que poderá concentrar seus esforços de gestão em seu negócio principal; para a operadora de telecomunicações, que poderá contratar a utilização do ativo com uma empresa cujo negócio principal é a comercialização de espaço na infraestrutura e sua manutenção; e também para a entidade terceira, que passaria a administrar as infraestruturas, e que poderia, com os ganhos de especialização neste mercado, tornar a gestão dos recursos mais eficiente, tornando esse modelo de negócios atrativo.

5.2 COMPARTILHAMENTO DE INFRAESTRUTURA

Iniciativas de compartilhamento de infraestrutura de rede de acesso via rádio (*Radio Access Network* – RAN) ou de núcleo

de rede já são uma realidade no debate de como reduzir o custo da implementação do 5G. A Figura 3 ilustra as modalidades de compartilhamento de infraestrutura passiva e ativa.

A modalidade de compartilhamento passivo se divide em compartilhamento de *site* e compartilhamento de *backhaul*. No de *site*, as operadoras compartilham o local de instalação de sua infraestrutura de rede de acesso, mas cada uma utiliza equipamentos próprios. No de *backhaul*, são compartilhados o local de instalação da infraestrutura de rede de acesso e a infraestrutura passiva como, por exemplo, cabos de fibra óptica que atendam às duas operadoras.

A modalidade de compartilhamento ativo se divide em MORAN (*Multi-Operator Radio Access Network*), MOCN (*Multi-Operator Core Network*) e CN (*Core Network*). No MORAN, as operadoras compartilham o local de instalação dos equipamentos, ERBs e infraestrutura ativa e passiva do *backhaul*. Núcleo de rede e radiofrequências continuam como segmentos próprios de cada operadora. O MOCN

expande o conceito do MORAN, permitindo o compartilhamento de radiofrequências por várias operadoras. Por fim, no modo de compartilhamento CN toda a operação é compartilhada entre operadoras, inclusive o núcleo de rede.

A arquitetura e elementos funcionais da rede 5G nascem com o paradigma da virtualização (NVF - *Network Virtualization Function*), baseado em microsserviços e em nuvem (*containers*). Este contexto habilita ao 5G novas formas de exploração e compartilhamento de infraestrutura através de IaaS (*Infrastructure as a Service*), PaaS (*Platform as a Service*) e NaaS (*Network as a Service*)³⁷. Desassociando: o provedor de infraestrutura de datacenter; o provedor das aplicações (tradicional fornecedores de rede) e os provedores de serviço (operadoras móveis, de satélite e demais operadoras de serviço).

Um exemplo de incentivo seria a iniciativa de prefeituras de adoção de medidas que facilitem o licenciamento para instalação de infraestrutura passiva de telecomunicações para as operadoras que firmarem acordos de compartilhamento. Além de reduzir a quantidade de trabalho necessária para realizar os licenciamentos municipais, também reduz a quantidade de infraestrutura presente no município, mantendo a prestação do serviço.

Exemplo de ação nesse sentido foi adotada pela Anatel para o licenciamento de infraestrutura ativa de telecomunicações. No caso de compartilhamento de infraestrutura ativa, o licenciamento junto à Agência só

precisa ser realizado uma única vez, a pedido de uma das operadoras.³⁸ A Licença para Funcionamento de Estação será expedida em nome de todas as operadoras que façam uso da infraestrutura ativa compartilhada.

5.3 COORDENAÇÃO DE OBRAS CIVIS

Municípios podem implementar em sua estrutura entidade responsável por consolidar as informações sobre obras civis solicitadas e autorizadas por eles. Essa entidade consolidaria informações sobre atividades realizadas nas obras civis, locais abrangidos pela obra e datas previstas para início e fim da operação.

O serviço de uma entidade centralizadora que torne transparente a informação de obras civis a serem realizadas no município incentivaria as empresas de diferentes setores que necessitem realizá-las, de forma a procurarem voluntariamente a coordenação, mesmo sem uma legislação específica – como é o caso da União Europeia.

Para o município, essa abordagem é vantajosa, pois é possível reduzir o tempo de análise de um segundo pedido de obras civis que informe estar coordenado com um primeiro já autorizado ou em análise avançada. Além de reduzir o transtorno aos cidadãos em virtude de diferentes obras que ocorreriam em diferentes períodos.

Para as empresas, a abordagem também é vantajosa, por permitir a diluição dos custos

³⁷ <https://www.ngmn.org/work-programme/5g-white-paper.html>

³⁸ Conforme art. 14 do Regulamento Geral de Licenciamento - Resolução nº 719, de 10 de fevereiro de 2020

comuns das obras entre as empresas que coordenarem ações. Há também redução de tempo de execução para a empresa que solicita a coordenação com uma obra já autorizada ou em análise pelo município.

Iniciativa semelhante está sob implantação na União Europeia. Cada país membro deverá disponibilizar a informação das estruturas de operadoras de serviços de utilidade pública (como distribuição de energia elétrica, de gás ou redes de transporte) para acesso das prestadoras de telecomunicações. A entidade responsável por disponibilizar a informação é denominada *Single Information Point* (SIP).

Informações não disponíveis no SIP devem ser dadas pelos prestadores de serviços de utilidade pública mediante pedido das empresas de telecomunicações em até dois meses, em termos transparentes e não discriminatórios. Também devem permitir acesso para inspeções *in loco*, em um prazo de até um mês a partir do pedido.

Igualmente devem ser disponibilizadas informações relativas às obras civis planejadas para ocorrer na infraestrutura das redes de serviços de utilidade pública em um horizonte de seis meses. A Informação deve ser dada, mediante pedido de empresa de telecomunicações, em até duas semanas, ou informada ao SIP, conforme regramento nacional.

Os Estados-membros devem garantir que detentores de infraestrutura, integral ou parcialmente financiados por recursos públicos, aceitem solicitações razoáveis de coordenação de obras de construção civil, em termos transparentes e não discriminatórios.

Os estados-membros podem definir regras de alocação de custos.

O potencial de políticas de coordenação de obras civis para redução de custos de implantação de redes de banda larga é muito significativo. Operadoras de serviços de telecomunicações indicaram que a economia de recursos por meio da construção conjunta de infraestrutura civil varia entre 5% e 30%, em comparação com a construção integral.

5.4 DECRETO Nº 10.480

O Decreto nº 10.840, de 1º de setembro de 2020, estabeleceu um prazo de 60 dias para expedição das licenças necessárias para a instalação de infraestrutura de telecomunicações.

Durante esse período, o órgão ou entidade gestora poderá solicitar, apenas uma vez, esclarecimentos, informações ou alterações no projeto original de instalação da infraestrutura. O prazo de 60 dias poderá ser suspenso na hipótese antes citada, ou em caso de necessidade de realização de consulta ou de audiência públicas durante o processo de licenciamento.

Também foi regulamentado no Decreto o chamado “Silêncio Positivo”: no caso da ausência de manifestação do poder público ao fim do prazo, a entidade interessada ficará autorizada a realizar a instalação, em conformidade com as condições do requerimento apresentado e observada a legislação.

O Decreto também estabeleceu a vigência das licenças em 10 anos, prorrogáveis por iguais períodos.

A implantação das redes 5G na sua plenitude pode esbarrar em algumas barreiras regulatórias que, se não contornadas, podem limitar os benefícios trazidos pela tecnologia. Os itens a seguir listam as barreiras identificadas e o tratamento implementado pela Anatel em novos Regulamentos ou sendo sugeridos em discussões de Análise de Impacto Regulatório ou nos Relatórios de Identificação de Barreiras Regulatórias ao 5G.

6.1 BARREIRAS RELACIONADAS AO CONSUMIDOR

A multiplicidade de ofertas de serviço e a facilitação da compreensão sobre as condições contratadas pelos serviços foram identificadas como barreiras regulatórias ainda no cenário atual, com sistemas móveis de quarta geração ou anterior. Foi sugerida, na revisão do Regulamento Geral de Direitos do Consumidor de serviços de telecomunicações da Anatel (Resolução nº 632/2014), a abolição da figura do Plano de Serviço e a criação da figura universal de Oferta como “um único conceito, que delinea todas as condições comerciais do serviço”. Para os sistemas 5G, por exemplo, poderia ser requerido da operadora o cadastramento junto à Anatel de uma Oferta para cada customização, com diferentes condições de serviço.

6.2 BARREIRAS RELACIONADAS À QUALIDADE

6.2.1 OBRIGAÇÕES COM O CONSUMIDOR E QUALIDADE EM CONTRATOS DE IOT

As características da IoT (i.e. contrato firmado entre duas empresas e prestação do serviço para vários dispositivos simultaneamente) se afastam do intuito inicial dos Regulamentos do Consumidor e de Qualidade, que era de regular a relação entre o consumidor (em geral pessoa física) e a operadora de serviços de telecomunicações para um único dispositivo de acesso.

A Anatel se debruçou sobre o tema quando da revisão da regulamentação visando a expansão das aplicações IoT e propôs, nesse caso específico, excluir as obrigações relativas a direitos do consumidor e de qualidade no SMP (Serviço Móvel Pessoal) e SCM (Serviço de Comunicação Multimídia).

6.2.2 INDICADORES DE QUALIDADE EM CONEXÕES DE DADOS

Os indicadores de aferição de qualidade em vigência até 2019 continham métricas de redes de telefonia móvel tradicionais e pouco foco em indicadores de conexões de dados.

O novo Regulamento de Qualidade dos Serviços de Telecomunicações (RQUAL) traz novos indicadores de aferição de qualidade dos serviços de telecomunicações, que têm por objetivo aferir indicadores de conexões de dados, caminho seguido pelas redes de quarta e quinta geração. São eles: velocidade média de tráfego de dados, latência da conexão de dados, variação de latência de conexão de dados, perda de pacotes da conexão de dados, experiência do uso de aplicativos em redes de dados.

Normas de método de coleta, cálculo e consolidação dos indicadores e metas a serem cumpridas pelas operadoras passaram a ser definidas em atos normativos mais flexíveis do que Resoluções, o que tenderia a incrementar a agilidade de evolução regulatória, caso o cenário tecnológico assim requeira.

6.2.3 NEUTRALIDADE DE REDE

O objetivo desta seção é analisar a adequabilidade do *Network Slicing* às normas de neutralidade de rede. Dúvidas quanto a essa adequabilidade acabam por lançar incertezas sobre o retorno dos investimentos feitos em redes 5G.

A Anatel se posicionou no sentido de reconhecer que o *Network Slicing* e outras tecnologias semelhantes são aderentes às regras de neutralidade de redes vigentes no Brasil. O posicionamento serviu de subsídio para o Decreto de regulamentação da neutralidade de rede prevista no Marco Civil da Internet.

De acordo com o posicionamento da Agência, devem ser possíveis mecanismos de gerenciamento de redes que visem permitir o “tratamento de questões de qualidade de aplicações, com diferenciações nos protocolos das camadas de rede e/ou transporte, conforme documentos e padrões internacionais como, por exemplo, os do IETF (*Internet Engineering Task Force*)”.

6.3 RECURSOS À PRESTAÇÃO

6.3.1 CERTIFICAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO

Procedimentos Operacionais e Requisitos Técnicos de avaliação de conformidade de

dispositivos de telecomunicações eram definidos em texto de Regulamentação, cuja alteração obedece a rito próprio. O novo Regulamento de Certificação e Homologação trouxe medidas de simplificação regulatória, ao levar Procedimentos Operacionais e Requisitos Técnicos para documentos elaborados pela Superintendência de Outorga e Recursos à Prestação, sendo precedidos de consulta pública.

Havia também engessamento dos modelos de avaliação de conformidade, com a previsão no texto do Regulamento sobre qual deles deve ser utilizado para cada categoria de produto. No novo Regulamento de Certificação e Homologação, são listados sete possíveis modelos de avaliação de conformidade, com o detalhamento ocorrendo por meio de Procedimento Operacional. Por sua vez, o requisito técnico de cada tipo ou família de produto de telecomunicações estabelece o modelo de avaliação de conformidade aplicável a seus itens.

Em 12/06/2020, foram publicadas as atualizações de Requisitos Técnicos que permitem a certificação e a comercialização dos equipamentos de operadoras de telefonia móvel celular e de estações de acesso (por exemplo, modems e equipamentos para Internet das Coisas) que utilizem a tecnologia 5G.

6.3.2 OUTORGA E LICENCIAMENTO

A reavaliação do modelo de outorga e licenciamento identificou as barreiras regulatórias relacionadas a esses processos. Foram constatadas barreiras relativas ao fluxo formal do procedimento administrativo e suas exigências normativas, preço público e prorrogação.

As mudanças trazidas nos novos Regulamento Geral de Outorgas e Regulamento Geral de Licenciamento visam à simplificação do processo de obtenção de outorga para prestação de serviços de telecomunicações e de licenciamento de estações. Destacam-se a diminuição de requisitos às pessoas jurídicas que pleiteiam outorgas, a possibilidade de autorização de uso de radiofrequências para redes privadas em regiões remotas sem serviço formalmente prestado e a simplificação e diminuição dos valores devidos pelos Preços Públicos de Uso de Radiofrequência (PPDUR) e pelo Direito de Exploração de Serviço de Telecomunicações e Satélite (PPDESS).

Numa futura revisão do Regulamento, a Anatel avaliará uma nova simplificação regulatória baseada em dois modelos: o de outorgas da Alemanha (no qual o operador deve somente notificar o regulador antes do início da prestação do serviço, sem condições mínimas ou taxas associadas) e o de licenciamento norte-americano (no qual é informado ao regulador o início da prestação do serviço e é feito um cadastro de estações). Tal iniciativa retiraria uma enorme carga regulatória do setor e encontra precedente em ação da Anatel que isentou prestadores de banda larga fixa com menos de 5 mil usuários de obterem autorização para prestação do serviço, bastando informar à Agência.³⁹

7

PARTICIPAÇÃO DE SISTEMAS DE SATÉLITE NO ECOSISTEMA 5G

As redes 5G devem atender a uma grande quantidade de requisitos conflitantes entre si. Destaca-se a cobertura com elevada confiabilidade devido à sua importância para diferentes casos de uso. A integração das redes satelitais com as redes móveis traz grandes benefícios no atendimento desse requisito e, por este motivo, o 3GPP padronizou um modo de interconexão que permite o uso de satélites para acessar o núcleo da rede 5G.

Isso significa que a integração de satélites com as redes 5G pode ocorrer de uma forma simples, algo que não era possível com os

padrões de redes móveis anteriores. O objetivo desta seção é explorar as vantagens dessa integração, além de tratar de alguns desafios e soluções que podem trazer benefícios para os usuários, principalmente considerando o contexto nacional.

7.1 CENÁRIOS E MOTIVAÇÕES PARA A INTEGRAÇÃO DE REDES SATELITAIS E REDES 5G

A integração das redes móveis com as redes via satélite traz várias vantagens para os usuários.

³⁹ Disponível em https://sei.anatel.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?eEP-wqk1skrd8hSlk5Z3rN4EVg9uLJqrLYJw_9INc06TJCzLhqSGTC8_38uvqFZlSPDCNj3AzKEgfnarWmyqOp84KcGWImMkyVQdQcbp66gaZPo8mwFNQHPY_VJ4r0Wt

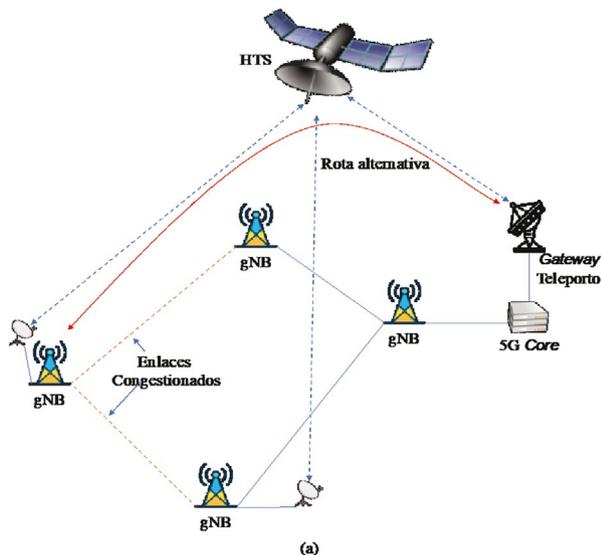


FIGURA 4

Rede satelital como suporte para roteamento de tráfego em redes móveis congestionadas

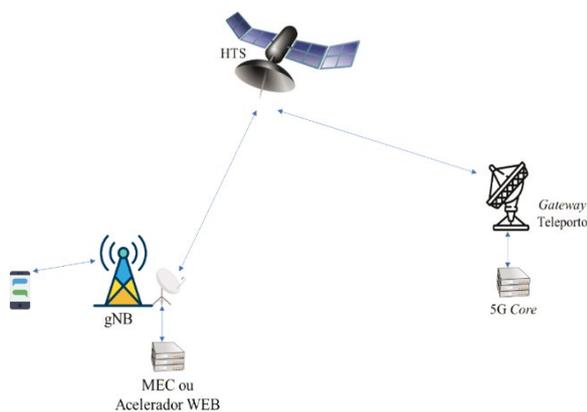


FIGURA 5

Uso de satélites como *backhaul* em redes 5G

A principal delas é a cobertura, uma vez que o sinal via satélite pode ser disponibilizado em regiões onde a infraestrutura de comunicação terrestre é deficitária ou até mesmo inexistente. Logo, a utilização das redes via satélite integradas com as redes 5G pode levar conectividade para áreas rurais e remotas, permitindo que muitas pessoas sejam incorporadas à Era da Informação. Além disso, a conectividade no campo permitirá o desenvolvimento da chamada agricultura 4.0, em que os processos agropecuários poderão ser informatizados e automatizados para melhoria

de desempenho. Neste caso, os satélites de alta vazão podem ser usados para prover o *backhaul* para estações radiobase 5G, também denominadas gNB.

As redes satelitais podem ser igualmente úteis para as regiões urbanas, com alta densidade populacional, pois podem ser utilizadas para escoar tráfego em situações de congestionamento da rede terrestre. Nesse caso, quando a capacidade da rede terrestre é ultrapassada devido a um pico de tráfego ou por falha em algum de seus elementos, o fluxo de dados menos sensível à latência pode ser desviado para a rede satelital. A Figura 4 exemplifica esta situação.

A rede satelital também pode ser utilizada para prover conectividade 5G em veículos que transportam uma elevada quantidade de pessoas por áreas tipicamente sem conectividade. Trens, navios e aviões podem ter gNB móveis conectadas com o núcleo da rede 5G através de enlaces satelitais, provendo, desta forma, conectividade de alta capacidade para os passageiros.

7.2 POSSÍVEIS FORMAS DE INTEGRAÇÃO

O 3GPP prevê diferentes formas de integração das redes satelitais com as redes móveis. A primeira delas consiste em empregar os satélites como forma de prover o *backhaul* para gNBs localizadas em áreas onde não haja infraestrutura de telecomunicações. Nesse cenário, o núcleo da rede 5G é interconectado com o teleporto (ou *gateway*) da rede satelital, que utiliza um satélite de alta capacidade (HTS - *High Throughput Satellite*) para levar as sinalizações dos planos de dados e de controle para a gNB, tal como ilustra a Figura 5. Um

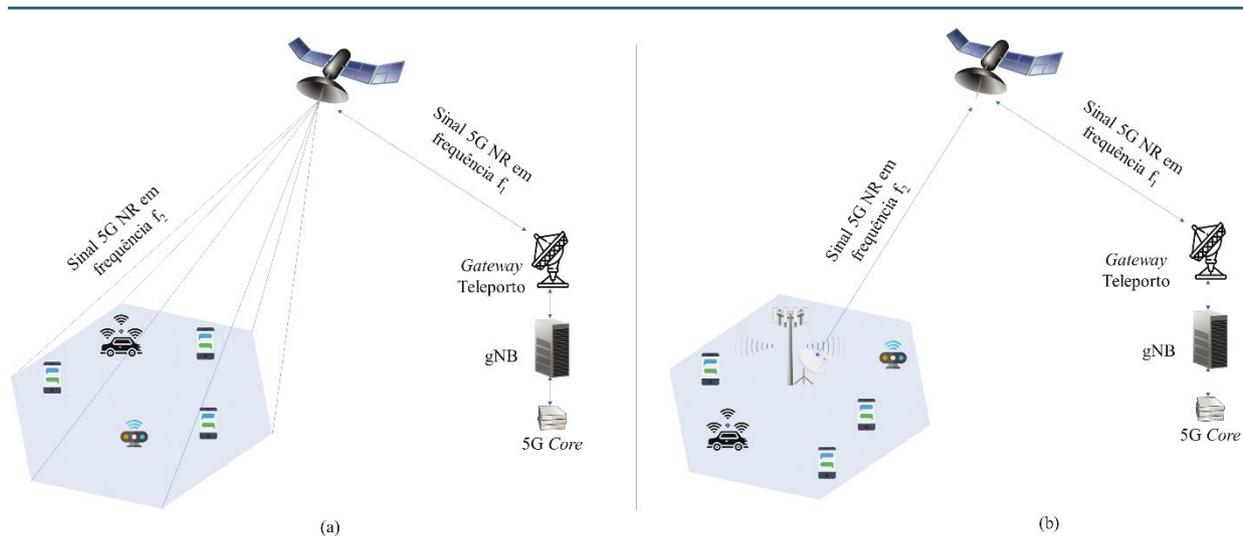


FIGURA 6

Uso de rede satelital para prover cobertura 5G

a) Conexão direta com o satélite

b) Conexão através de um repetidor em solo

acelerador WEB é utilizado para evitar que o elevado tempo de resposta do enlace satelital resulte em redução de vazão do tráfego TCP/IP. Um MEC também pode ser utilizado para que os conteúdos mais demandados pelos usuários das redes móveis sejam armazenados próximos da gNB. Nessa abordagem, satélites utilizando os padrões convencionais já empregados pela indústria do setor podem ser utilizados sem modificações, permitindo que o legado das redes satelitais seja integrado na futura rede móvel.

Outra forma de integração consiste em utilizar os satélites para distribuir os sinais de RF das redes 5G. Neste caso, o satélite irá realizar a retransmissão do sinal do 5G NR (*New Radio*), provendo apenas uma conversão de frequência. Todo o processamento do sinal em banda-base é realizado em uma gNB localizada junto ao teleporto.

Duas situações distintas são possíveis nesse cenário. Na primeira, retratada na Figura 6a, o satélite é utilizado para prover conectividade diretamente para os

usuários finais, utilizando uma frequência compatível com as padronizações do 3GPP. Na segunda, ilustrada na Figura 6b, o satélite utiliza um repetidor em solo para distribuir e concentrar os sinais para os usuários finais. Esta segunda abordagem facilita o estabelecimento do enlace entre os usuários finais e a rede, mas exige a instalação de um equipamento em solo, que demanda infraestrutura civil e energética para operação.

A terceira forma de integração das redes satelitais com as redes móveis consiste em utilizar satélites que já possuam capacidade de operar como gNB. Nesse caso, a conexão do satélite com o teleporto funciona como *backhaul* para a gNB embarcada no satélite, que provê o sinal para a cobertura de uma região. Novamente, duas abordagens são possíveis, sendo que na primeira o satélite provê conectividade diretamente para os terminais da rede móvel e, na segunda, um retransmissor em solo é empregado para distribuir a conectividade provida pelo satélite para os terminais terrestres. Nesse

caso, o satélite também deve ter capacidade para prover as funcionalidades do MEC, viabilizando uma gama maior de serviços para os usuários finais.

7.3 DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA O URLLC

Um dos principais desafios para a integração das redes satelitais com as redes 5G consiste na elevada latência introduzida pelos enlaces satelitais. Satélites de órbita geoestacionária (GEO - *Geostationary Earth Orbit*) introduzem latência da ordem de 500 ms. Já satélites de órbita média (MEO - *Medium Earth Orbit*) introduzem latência da ordem de 120 ms, enquanto satélites de baixa órbita (LEO - *Low Earth Orbit*) causam uma latência da ordem de 20 ms. Em todos esses casos, o uso de satélites inviabiliza os serviços de baixas latências previstos para o URLLC, que requerem latências da ordem de 1 ms.

O uso do MEC integrado com a gNB terrestre, instalada nas áreas a serem atendidas, pode solucionar o problema da latência para os serviços de URLLC. O MEC instalado na gNB permite que funcionalidades do núcleo da rede, implementadas empregando os conceitos de NFV (Network Function Virtualization), sejam executadas pela própria ERB. Isso significa que, quando um serviço de baixa latência for necessário, o MEC pode assumir sua execução, enviando apenas os resultados do processamento para o núcleo da rede.

7.4 INTEGRAÇÃO DAS REDES SATELITAIS AO 5G PARA DISSEMINAÇÃO DE IoT

Dentre as principais razões para se integrar redes terrestres e satelitais em 5G estão:

(i) a importância do segmento satelital nos cenários eRAC e eMBB, permitindo a criação de rede híbridas para diversas verticais de IoT; (ii) as demandas de tráfego e controle de sensores e atuadores do agronegócio, logística, saúde e muitas outras aplicações têm requisitos compatíveis com o segmento de satélite integrado aos segmentos terrestres; (iii) as redes híbridas permitem melhorar a conectividade e cobertura para dispositivos IoT de diversas tecnologias; (iv) a integração coesa e sinérgica de componentes tecnológicos gera grande flexibilidade e escalabilidade ao 5G e permite que se opere uma rede convergente ao invés de duas redes separadas (uma terrestre e outra satelital). A criação de fatias isoladas e otimizadas de recursos de infraestrutura para cada vertical de IoT permite particularizar as redes 5G conforme as demandas individuais de cada setor da economia; (v) o entroncamento IoT-5G via satélite é essencial, principalmente em aplicações remotas, nas quais a latência da rede não é um requisito fundamental.

Redes híbridas 5G permitem atender grandes fazendas, estradas e a zona rural de cidades do interior. A integração do enlace de satélite às gNBs permite conectar concentradores de IoT de outras tecnologias, como por exemplo, LoRaWAN, Wi-SUN etc., a até 50 km de distância da radiobase 5G. Some-se a esse valor a distância que pode ser conseguida a partir do terminal 5G usando tecnologias de IoT, que alcançam em torno de 10 km. Assim, os nós sensores e atuadores poderiam estar a uma distância de até 60 km de uma gNB. Através de terminais NR, os dados seguiriam até gNBs, de onde subiriam para o satélite. Em *hubs* estratégicos, o tráfego de medidas do mundo físico desembarca em data centers.

A Internet das Coisas para agricultura, utilizando a rede de acesso via satélite, é um dos potenciais casos de uso presentes na especificação *3GPP TR 22.822: Study on using Satellite Access in 5G*. Assim, mesmo que a padronização para o cenário híbrido satélite 5G ainda não esteja completa, e que os requisitos para IoT sejam definidos apenas ao final da Release 16 do 3GPP para 5G, a rede híbrida permite explorar e desenvolver cenários integrados, utilizando as tecnologias e padrões já existentes. Isso já impulsiona o suporte às futuras aplicações remotas no cenário 5G IoT global, com fatias de recursos de infraestrutura otimizados por atividade econômica e abrangendo vários estados.

7.5 INTEGRAÇÃO DAS REDES SATELITAIS AO 5G PARA DISSEMINAÇÃO DE CONTEÚDOS

Os provedores de serviços de vídeo (por exemplo, Netflix e Youtube) confiam fortemente nas redes de distribuição de conteúdo geograficamente distribuídas, as CDNs (*Content Distribution Networks*), para colocar o conteúdo requisitado o mais próximo possível dos usuários, em repositórios de armazenamento temporário chamados *caches*, com o objetivo de melhorar a qualidade da distribuição e evitar falhas nos servidores.

As arquiteturas híbridas 5G apresentam grande oportunidade para criar serviços de CDN melhores, aumentando a capacidade, a cobertura para os usuários e a introdução de serviços de distribuição tradicionais do satélite no 5G, como as transmissões *broadcast* (de um para todos) e *multicast* (de um para vários) nativas. O suporte a

aplicações *Business to Business* (B2B), ou seja, transação direta de conteúdos entre empresas, bem como o *cache* local assistido por satélite, tiram proveito da funcionalidade de computação de borda (MEC) junto à gNB (ou até mesmo no 5G NR) para otimizar e ampliar as CDNs atuais. O 5G híbrido permite o armazenamento de conteúdos onde ele for mais necessário, seja em grandes centros urbanos ou em áreas remotas. O benefício mais óbvio é que o usuário experimente um tempo de resposta menor, gerando menos solicitações para servidores distantes, reduzindo o tráfego na rede 5G e aproveitando horas de menor consumo para atualizar conteúdos na proximidade dos usuários.

Na CDN híbrida 5G, os arquivos mais populares podem ser entregues por meio de canais *multicast*, evitando o congestionamento da rede terrestre. Outros arquivos e mensagens de controle são transmitidos através de enlaces *unicast* (ponto a ponto) terrestres. A arquitetura de distribuição é formada por nós conectados via satélite e via enlaces terrestres que conectam à rede híbrida programável (SDN) com recursos virtualizados no data center (NFV) e CDN para distribuição. Experimentos reais mostram que cenários com CDN via satélite (com *cache* local na região remota da rede) podem realizar entregas com atraso entre 7 a 20 vezes menor via *cache* local. Tal solução parece ser o caminho para os cenários eMBB e até mesmo em parte do mMTC, pois o uso de *caches* no plano de controle de grandes redes de dispositivos sensores/atuadores permite atualizar eficientemente programas embarcados nos dispositivos, alterações de configurações, monitoramento e atuação em fazendas, estradas etc.

Embora diversas redes 5G já estejam em operação em todo o mundo, essa tecnologia tem uma perspectiva de evolução por pelo menos mais 10 anos, similar ao que ocorreu com a tecnologia 4G, que ainda hoje continua evoluindo.

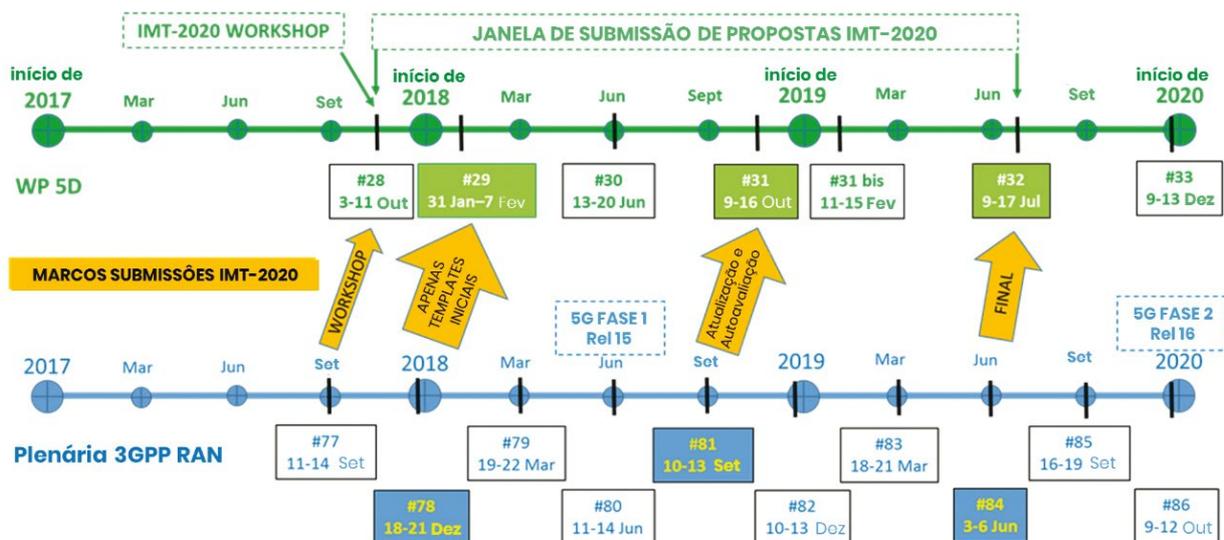
O que hoje conhecemos como 5G é o resultado de um trabalho iniciado em 2012 pela ITU, intitulado “*IMT for 2020 and Beyond*”. Seu objetivo foi estabelecer as bases de pesquisa para esta nova tecnologia, bem como um cronograma para o processo decisório de suas especificações, conforme ilustrado na Figura 7. Ao final de 2015, o grupo de trabalho 5D (WP5D) do ITU-R concluía sua visão sobre o que a tecnologia 5G deveria ser em termos de requisitos, conforme contribuições da

indústria e de uma ampla comunidade de *stakeholders* envolvidos com o assunto.

A ITU é o braço de telecomunicações da ONU (Organização das Nações Unidas), sendo a principal responsável pela harmonização de espectro e padronização dos sistemas de comunicações móveis internacionais (IMT), mas há outro fórum que atua de forma complementar e em colaboração com a ITU e tem sido o principal ator na padronização da tecnologia 5G. O 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) é uma colaboração entre grupos de associações de telecomunicações, conhecidos como Parceiros Organizacionais. Concebido inicialmente para fazer a especificação do sistema de telefonia móvel de terceira geração (3G), foi posteriormente ampliado

FIGURA 7

Cronograma de especificação do IMT-2020 (5G) x Cronograma de Releases do 3GPP



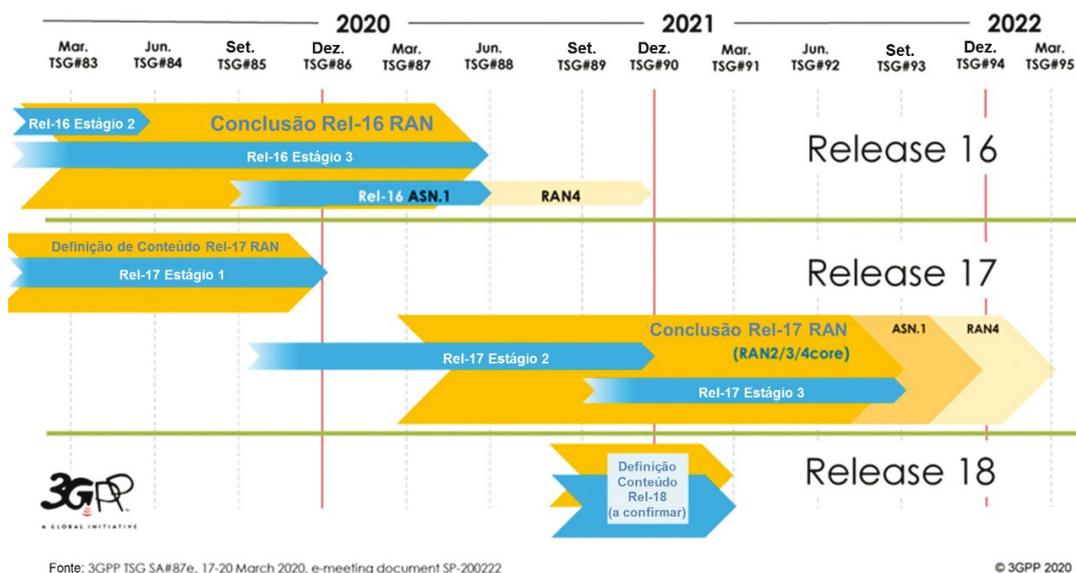


FIGURA 8
Roadmap de evolução da tecnologia 5G, segundo o cronograma de releases do 3GPP

para incluir o desenvolvimento e evolução do sistema 4G e, mais recentemente, do 5G.

A Figura 8 ilustra o planejamento do 3GPP para a tecnologia 5G até o ano de 2022, confirmando que esta é uma tecnologia evolutiva.

8.1 EVOLUÇÃO DO PADRÃO NR PARA SUPORTE A MAIORES ÁREAS DE COBERTURA

Conforme mencionado anteriormente, a ITU é o órgão responsável pela padronização internacional do 5G (IMT-2020). Na Figura 7, já citada, é possível verificar que houve um período para apresentação de propostas que atendessem aos requisitos estabelecidos pela ITU. Na recomendação ITU-R M.2410-0, foram estabelecidos requisitos de desempenho e na recomendação ITU-R M.2412-0, foram estabelecidos os cenários de validação para as propostas candidatas a se tornarem a tecnologia de interface rádio (RIT - *Radio Interface Technologies*)

ou o conjunto de RIT (SRIT - *Set of Radio Interface Technologies*) do padrão 5G.

Entre os cenários de validação estabelecidos, o de comunicação banda larga para áreas rurais (Rural eMBB) conta com três possíveis configurações, sendo a configuração C o cenário mais desafiador em termos de cobertura. Nesta configuração, um *grid* de torres com três setores, operando na faixa de 700 MHz, e espaçamento entre sites (ISD - *Inter-Site Distance*) de apenas 6 km, foi utilizado para se avaliar o desempenho das propostas submetidas à UIT. Embora o cenário

A tecnologia 5G tem uma perspectiva de evolução por pelo menos mais 10 anos, similar ao que ocorreu com a tecnologia 4G



O 3GPP, uma colaboração entre grupos de associações de telecomunicações, tem sido o principal ator na padronização da tecnologia 5G

denominado *extreme rural* esteja descrito no documento TR-38.913 do 3GPP, contemplando células isoladas com raio de cobertura de 100 km, o mesmo não foi utilizado na análise das propostas de RIT/SRIT candidatas ao 5G.

Até o Release 16, o foco de análise do 3GPP e da ITU foi centrado em cenários urbanos, principalmente para aumento da vazão. Uma análise mais profunda do cenário *extreme rural*, e das tecnologias capazes de atendê-lo, só passou a ser efetivamente discutida pelo 3GPP a partir da plenária RAN #84 do 3GPP, em junho de 2019. Desde então, duas rodadas de discussões por e-mail foram registradas [RP-191886, RP-192562] e um *Study Item*⁴⁰ foi proposto na plenária RAN#86, em dezembro de 2019, conforme explicitado no documento RP-193240, tendo o Release 17 como alvo de implementação das melhorias focadas em cobertura do 5G. Ainda segundo este documento, a taxa de dados esperada para um cenário rural, operando na faixa de frequência FR-1 (até 6 GHz), com ISD de até 30 km, é de 1 Mbps no *downlink* e 100

kbps no *uplink*. Como o próprio documento menciona, o foco inicial dos estudos se dará nos canais de *uplink* (PUSCH e PUCCH), que são o ponto mais crítico para amplas coberturas. Até mesmo os requisitos de taxa de dados para o cenário *extreme rural* estão em debate e, de acordo com um estudo prévio apresentado em RP-193080, há indícios de que a tecnologia NR não será capaz de atender a requisitos mínimos de vazão para um raio de cobertura de 100 km, como estipulado em TR-38.913, ou mesmo em um cenário hipotético de *grids* de torres, similares ao Rural eMBB.

Embora esses indícios iniciais apresentem um grande desafio técnico a ser superado para que o 5G tenha condições de prover conectividade em amplas áreas de cobertura, especialmente importantes para regiões de baixa densidade populacional e baixo ARPU (*Average Revenue Per User*), o engajamento neste *Study Item* aponta a importância do assunto tanto para a indústria como para as operadoras, tendo mobilizado 47 diferentes empresas em sua criação.

Um importante fator a ser mencionado é que a proposta de SRIT do 3GPP para a ITU incluiu a tecnologia LTE e a mesma ainda poderá ser utilizada para levar conectividade banda larga e M2M nestes cenários, enquanto a evolução da RIT NR não se concretiza. Há, ainda, alternativas em desenvolvimento no 3GPP para o 5G, como as redes não terrestres (NTN) ou ainda o IAB (*Integrated Access and Backhaul*), que podem contribuir significativamente para a cobertura de áreas rurais e remotas, sem necessariamente demandar células com raios de cobertura expressivos.

⁴⁰ A organização das atividades no 3GPP se divide em grupos de trabalho especializados em rede de acesso (*RAN Workgroups*), em aspectos de sistemas e serviços (*SA Workgroups*) e em núcleo de rede e terminais (*CT Workgroups*). Para cada item nestes grupos de trabalho podem-se ter itens em estudo (*Study Items*) ou em desenvolvimento (*Work Items*).

9.1 ALGUNS IMPACTOS DA PANDEMIA

A forte disseminação da Covid-19 pela Europa fez com que diversos órgãos reguladores divulgassem atrasos em seus cronogramas de implantação da tecnologia 5G. Muitos desses países ainda se encontram em fase de licitação das frequências. É o caso da Espanha e Portugal⁴¹, que já divulgaram que os leilões sofrerão atraso e que não há nova data programada. Além disso, países que estavam em fase de lançamento de suas redes tiveram o cronograma fortemente afetado devido às restrições, como é o caso do Reino Unido. França⁴² e Áustria⁴³ também tiveram seus leilões adiados, sendo que o segundo ainda pressiona para que o leilão ocorra em 2020.

É inegável o impacto da pandemia no processo de implementação das redes 5G. Além disso, há pressões sobre as operadoras, que neste momento estão responsáveis por manter o mundo conectado com um aumento significativo no tráfego de dados, ocasionando alta dos gastos para adequar suas redes. A realização de um leilão ao longo do ano de 2021 encontrará certamente operadoras com problemas de caixa.

O 3GPP havia divulgado⁴⁴, no final de março, nota informando atraso na atualização

dos padrões do 5G devido à pandemia da Covid-19, instando ressaltar que o Release 16 foi divulgado em julho de 2020. O atraso reportado foi de três meses, ou seja, a pandemia não afetou apenas as operadoras, mas também todos os processos inerentes para que seja possível a realização de leilões com segurança.

Para que as empresas de telecomunicações viabilizem o seu plano de negócios e racionalizem despesas adicionais com implantações 5G, teria de haver clientes e perspectiva de demanda associada. Do ponto de vista atual, os clientes corporativos estão realizando outras priorizações, como investimentos e mão de obra para as operações diárias existentes, e também reduzindo os seus custos, à medida que uma recessão se aproxima, enquanto os consumidores também estão cada vez mais preocupados com os seus gastos e, com os locais de varejo fechados, as vendas se tornaram menos comuns. Segundo relatório da Analysys Mason⁴⁵, haverá uma redução na receita de telecomunicações de 3,4% em 2020 nos mercados desenvolvidos em relação à previsão anterior de aumento em 0,7%.

Houve resiliência dos serviços móveis nas crises passadas, no entanto, a situação atual é diferente, devido à restrição de mobilidade e confinamento. Assim, o tráfego de dados móveis

⁴¹ <https://econews.pt/2020/04/06/5g-auctions-in-four-eu-countries-portugal-included-postponed/>

⁴² <https://www.rcrwireless.com/20200403/5g/french-regulator-accepts-g5g-bids-but-officially-postpones-spectrum-auction>

⁴³ <https://uk.reuters.com/article/us-health-coronavirus-austria-5g/austria-to-postpone-5g-frequency-auction-rtr-idUKKBN21D1F6>

⁴⁴ <https://www.3gpp.org/specifications/releases>

⁴⁵ Analysys Mason, Abril 2020, "COVID-19 will lead telecoms revenue to decline by 3.4% in developed markets in 2020"

Alguns níveis de retomada de crescimento deverão ser observados antes que sejam assumidos compromissos vultosos, como os de um leilão de 5G

pode continuar aumentando em alguns países, mas em muitos outros diminuirá, em função dos acessos fixos residenciais e Wi-Fi. Também no curto prazo, queda nas viagens de negócios e aumento do desemprego causarão um declínio na receita de negócios móveis em 2020 e 2021.

Entre os impactos, estão a redução do ARPU; renovação de dispositivos, o que dificultará a migração para o 5G; gastos pré-pagos serão mais afetados do que os pós-pagos em 2020; redução nas receitas de *roaming*, entre outros. Segundo a Analysys Mason, espera-se uma redução de 2,6% e 12% na receita para os mercados consumidor e B2B, respectivamente, em 2020.

Outra questão séria que as empresas de telecomunicações estão enfrentando é o fornecimento de produtos e componentes. Embora os principais fornecedores tenham reforçado que as suas capacidades de fabricação estão asseguradas, isso pode mudar ao longo do ano, com quebras em suas próprias cadeias de suprimentos. O desabastecimento de componentes eletrônicos poderá ser sentido, tendo em vista que o número de voos ao redor do mundo diminuiu significativamente, ocasionando uma pressão

no preço do frete e no prazo de entrega, o que certamente se refletirá no produto final.

Em resumo, há muitos fatores a serem observados, incluindo a confiança do consumidor, a confiança dos negócios, a renda disponível, os dados de empregabilidade, a disponibilidade de redes, a disponibilidade de dispositivos e de peças, o ambiente de varejo e os orçamentos de marketing. Todos estes estão convergindo para uma direção que se apresenta muito negativa neste ano.

9.2 CENÁRIO ATUAL: INCERTEZAS, DISPONIBILIDADE DE INVESTIMENTOS, SEGURANÇA JURÍDICA, INDICAÇÃO DE SUSPENSÃO DAS LICITAÇÕES

O cenário atual das operadoras de telecomunicações frente à pandemia traz algumas incertezas. Uma delas diz respeito ao aumento da taxa de inadimplência dos usuários, uma vez que a economia deverá entrar numa crise há muito não vista.

Estudos relatam que a economia só voltará aos patamares pré-Covid no primeiro trimestre de 2022, principalmente por conta do endividamento das empresas e das famílias, além do aumento do desemprego. Outro ponto é que a realização de um leilão (5G) em 2021⁴⁶ muito provavelmente encontraria empresas com dificuldades de

⁴⁶ Recentemente, o Ministério das Comunicações afirmou que o leilão ocorrerá no primeiro semestre de 2021: <https://olhardigital.com.br/noticia/leilao-do-5g-e-confirmado-para-o-primeiro-semester-de-2021/103136>

fluxo de caixa, prejudicando o intuito do Governo de massificar o acesso à banda larga de alta velocidade. Importante lembrar que as metas estabelecidas nesse edital são altamente custosas, considerando implementação de *backhaul*, cobertura em localidades e municípios sem 4G, além de valores atrelados ao custo de convivência entre os dois serviços.

Como agravante, o quadro recessivo e a instabilidade econômica em nível mundial têm impacto imediato na variação cambial. Considerando que os custos de infraestrutura são predominantemente baseados em dólar e as receitas auferidas num fluxo de caixa futuro são em real, tem-se outra barreira à implantação imediata das redes 5G: viabilização econômica.

Diante desse contexto, é fundamental que a licitação de espectro no Brasil seja estruturada de modo a incorporar viés não arrecadatório. O custo total das radiofrequências, composto pelo pagamento das outorgas e pelo valor econômico dos compromissos do edital, deve ser dimensionado de modo a não inviabilizar os projetos de implantação de redes de nova geração, fomentando efetivamente a implantação do 5G no Brasil.

Em complemento a este princípio, ainda, é essencial que sejam adotados instrumentos com vistas à maior segurança jurídica. Dentre as ações necessárias, por exemplo, a regulamentação do mercado secundário de espectro e ofertas públicas de espectro como uma nova tipologia de produto para o mercado de atacado e a instituição de medidas, no edital, que afastem comportamentos especulativos.

Os compromissos do edital, por sua vez, devem ser delimitados e valorados de forma transparente, de modo que suas condições operacionais e econômicas sejam de pleno conhecimento das proponentes e expressas em edital. Dessa forma, amplie-se a segurança jurídica do processo e, conseqüentemente, mitiga-se o risco de judicializações posteriores.

Importante lembrar que se está falando do maior leilão da história do País, com quase 4.000 MHz sendo licitados. É fundamental que esse processo seja cercado de cuidado, transparência e que o momento atual atravessado pelas empresas e pelo País seja levado em consideração.

9.3 PERSPECTIVAS

Difícil falar em perspectiva num momento em que a crise se encontra no pico mais agudo. Olhando-se para fora, focando nos países que já atravessaram uma parte do processo, não é possível ainda encontrar sinais exatos de em quanto tempo a vida poderá voltar ao normal.

Os países que já relaxaram as medidas de isolamento identificam um crescimento no número de casos, e é latente a possibilidade de uma segunda onda de contaminação. Qualquer tipo de previsão nesse momento é especulação.

É importante que seja considerada a situação econômica do País. Algum nível de retomada de crescimento deverá ser observado antes que sejam assumidos compromissos vultosos, como os de um leilão de 5G, tanto pelas empresas, quanto pelo Governo.

Segundo alguns estudos, o cenário pós-pandemia aponta para um possível receio das pessoas em lidar com dinheiro e investimentos, portanto, apostar em um crescimento da receita das empresas sustentado pelo uso de uma nova tecnologia, neste momento, pode ser prematuro.

9.4 PERSPECTIVAS E ADEQUAÇÃO DE PROCESSO

Como contribuição para que seja possível um processo mais robusto e transparente, sugere-se que o Governo adote algumas medidas, conforme as listadas abaixo:

ANATEL – Edital Leilão 5G

- Finalização dos testes de convivência entre os serviços satelitais e IMT, suspensos por conta da pandemia de Covid-19.
- Determinação transparente dos valores e condições associadas aos compromissos do edital.

ANATEL – Outras medidas

- Flexibilização da utilização do Fust (Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações), possibilitando sua aplicação pelas empresas de telecomunicações.
- Aplicação de renovações sucessivas da autorização para uso da frequência, por novos períodos, de forma onerosa.

10

CONCLUSÕES

A 5ª geração das redes de comunicações móveis (5G) quebrou o paradigma de evolução dessas redes, no qual o objetivo de cada nova geração sempre era ofertar maiores taxas de transmissão para seus usuários. No 5G, novos cenários de aplicação foram considerados, incluindo, além de altas taxas de transmissão, chegando na casa de Gbps por usuário, aplicações de Internet das Coisas de forma massiva, aplicações de missão crítica e Internet Tátil e conectividade para áreas remotas.

Esses cenários de uso têm enorme potencial para afetar positivamente diversas verticais de mercado. Dentre as aplicações, destacam-se imagens 3D e hologramas; *streaming* de vídeo de altíssima resolução; realidade aumentada e realidade virtual;

presença virtual; robôs colaborativos e *cloud robotics*; veículos autônomos; diagnóstico médico remoto com realimentação tátil; cirurgias remotas; controle de tempo crítico; casas, construções e cidades inteligentes; monitoração ambiental inteligente; fábricas inteligentes e indústria 4.0; aplicações de segurança; logística; gerenciamento de ativos; propaganda e marketing personalizados; fazendas inteligentes e agricultura de precisão.

O potencial econômico das aplicações viabilizadas pelo 5G é enorme. Estimativas (feitas antes da pandemia da Covid-19) apontam que o 5G irá gerar receitas de até US\$ 3,5 trilhões apenas no ano de 2035. Nesse mesmo ano, a produção de

bens e serviços relacionados com as redes 5G poderá atingir a cifra de até US\$ 12,3 trilhões, com a geração de até 22 milhões de empregos. Para isso, projeta-se um investimento de US\$ 200 bilhões por ano na implantação do ecossistema 5G.

A complexidade das redes 5G traz consigo algumas particularidades. A primeira delas se refere ao espectro de frequências: para atender a todos os cenários de uso, o 5G precisará operar em frequências abaixo de 1 GHz, em frequências entre 1 e 6 GHz e também em frequências em ondas milimétricas.

Outros aspectos regulatórios, como legislação para a instalação das radiobases, compartilhamento da infraestrutura, desoneração fiscal, simplificação de processos de certificação e homologação, aferição de qualidade, neutralidade de rede, acesso oportunista ao espectro e modelos de licitação para áreas rurais, são de grande relevância para a implantação de uma rede 5G capaz de oferecer, na plenitude, todos os benefícios potenciais.

Um leilão não arrecadatório certamente traria resultados econômicos e sociais muito mais importantes para o País do que os oriundos de um leilão com viés arrecadatório

A multiplicidade de aplicações do 5G demanda que essas redes sejam flexíveis e onipresentes, mantendo a conectividade dos terminais nas mais diversas situações. Para isso, o papel das redes de comunicação por satélite é fundamental. O satélite possui papel preponderante no cenário de 5G para áreas remotas, mas sua integração com a rede terrestre também traz grandes benefícios em outros cenários.

Deve-se ter em mente que os padrões para as redes 5G ainda estão em construção, e apenas o cenário de altas taxas de transmissão foi definido até o momento. Como aconteceu nas gerações anteriores, novas releases do padrão irão incorporar outros cenários ao longo dos próximos anos, até o ano de 2030, quando se deve começar a definir as redes 6G.

A situação causada pela crise mundial gerada pela pandemia da Covid-19 pode ter impacto significativo na implantação das redes 5G. A realização de um leilão em 2021 muito provavelmente encontrará empresas com sérias dificuldades de fluxo de caixa, prejudicando o intuito do Governo de massificar o acesso à banda larga de alta velocidade. Isso reforça a importância de que a licitação de espectro no Brasil seja estruturada de modo a incorporar viés não arrecadatório, aumentando a capacidade de investimento das empresas e permitindo que o País não atrase sua entrada nesta tecnologia revolucionária, o que poderia trazer severos impactos negativos na competitividade das várias verticais de mercado. Um modelo de leilão não arrecadatório certamente traria, no médio prazo, resultados econômicos e sociais muito mais importantes para o País do que os de curto prazo oriundos de um leilão com viés arrecadatório. ■