

APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA 5G PARA USO DOS ÓRGÃOS DE SEGURANÇA PÚBLICA

JOSÉ RICARDO DA ASSUNÇÃO FERREIRA

Mestrando em Telecomunicações e Redes de Comunicações

RESUMO: Os ÓRGÃOS DE SEGURANÇA PÚBLICA VÊM BUSCANDO CADA VEZ MAIS UM SISTEMA DE COMUNICAÇÕES COM FLEXIBILIDADE, ESCALABILIDADE E SOBRETUDO COM ALTAS TAXAS DE DADOS E QUE SUPOREM UM NÚMERO CONSIDERÁVEL DE USUÁRIOS. NESSE SENTIDO A TECNOLOGIA 5G VEM AO ENCONTRO DESSES ANSEIOS, POIS ALÉM DA TAXA DE DADOS E GRANDE NÚMERO DE USUÁRIOS, OS SISTEMAS NECESSITAM QUE AS NOVAS TECNOLOGIA POSSAM COEXISTIR COM AS TECNOLOGIA JÁ EXISTENTES. GARANTINDO ASSIM A INTEROPERABILIDADE ENTRE OS SISTEMAS LEGADOS E A TECNOLOGIA 5G, ISSO DEVIDO A CARACTERÍSTICAS DE AS REDES 5G SEREM REDES HETEROGENIAS. POR OUTRO LADO, A TECNOLOGIA 5G AINDA POSSUI MUITOS DESAFIOS A SEREM SUPERADOS PARA SUA EFETIVA UTILIZAÇÃO.

PALAVRAS-CHAVE: 5G, REDES HETEROGÊNEAS.

INTRODUÇÃO

O Sistema Nacional de Comunicações Críticas (SISNACC) provê redes de voz e dados, com cobertura em todas as áreas geográficas de interesse do Estado Brasileiro, para atender os três níveis da administração pública nas ações de proteção pública, respostas a desastres, serviços de socorro e emergência e apoio à infraestrutura de governo nas atividades de fiscalização.

Esse sistema pode atender, ainda, de forma complementar, as estruturas de governo no setor da educação e saúde, as empresas de infraestrutura, bem como outras atividades estratégicas de utilidade pública de interesse do governo, sejam públicas ou privadas, tais como: ferrovias, hidrovias e mineração.

Nesse contexto, faz-se necessária a implementação do Sistema de Comunicações Críticas de modo a ser utilizado por todos os órgãos de segurança pública. Essa utilização racional visa diminuir os custos de implantação e de manutenção do sistema, por intermédio do uso compartilhado entre todos os interessados, com o conseqüente aporte de recursos por todos os usuários, racionalizando, assim, os custos de todos. Isso caracteriza o regime do uso em parceria.

Nesse sentido, a tecnologia 5G, devido a suas particularidades, é vista como uma solução altamente promissora no sentido de

atender serviços de missão crítica, principalmente levando-se em consideração o grande fluxo de taxas de dados e um número muito grande de usuários.

Assim, essa rede deverá garantir a interoperabilidade, confiabilidade, segurança e disponibilidade às Forças Armadas, aos Órgãos de Segurança Pública, Fiscalização, Repressão e Controle e Defesa Civil, nos níveis federal, estadual e municipal, e também a outros usuários de interesse do Estado Brasileiro, melhorando a Segurança Nacional, com reflexos diretos na Defesa Nacional e possibilitando a ampliação do sistema, com redução dos custos, além de melhorar a gestão pública.

Inicialmente, no primeiro capítulo, será apresentada uma visão das principais características da tecnologia 5G aplicáveis na segurança pública. Na capítulo II serão apresentadas as principais tecnologias do 5G fundamentais para atender a demanda dos sistemas de comunicações dos Órgãos de Segurança Pública. No capítulo III será apresentado os principais desafios de implantação da tecnologia 5G e, por fim, será feita a conclusão deste trabalho.

1 TECNOLOGIA 5G

A seção que se segue tem como objetivo realizar uma revisão geral sobre a arquitetura e as tecnologia de acesso 5G, com o



enfoque em tecnologia aplicáveis a segurança pública.

1.1 COMPOSIÇÃO DAS VERSÕES E TECNOLOGIAS

A arquitetura do sistema *Radio Access Network* (RAN) 5G será composta por versões evoluídas de 2G (GPRS / EDGE), 3G (HSPA / UMTS), 4G (LTE-Advanced / IEEE 802.16m), WLAN (WiFi), redes de espaço em branco na TV (TVWS), sem fio, óptico ou comunicações espaciais (FSOCs), telecomunicações tipo máquina (MTCs), fibra para casa (FTTH), rede óptica passiva (PON) e rede óptica.

Assim, cada camada terá tamanhos diferentes, definidos por diferentes estações base RAT (BSs), com capacidade de transmissão assimétrica, além de dinâmica de interferência complexa junto a um bloco de células ou dispositivos, respectivamente.

O Sistema 5G RAN consiste em vários grupos de redes heterogêneas (HetNets), cada camada terá tamanhos diferentes, definidos por diferentes estações base RAT (BSs).

A arquitetura do sistema 5G RAN é composta por macro células e pequenas células, retransmissores e comunicação dispositivo a dispositivo (D2D).

As macro células são compostas por estações base de alta potência (MeNBs) com potências de transmissão próximas a 43 dBm e ganhos de antenas próximos a 12-15 dBi [1].

Os MeNBs são adequados para aplicações em áreas amplas, como cobertura de comunicação para áreas remotas e rurais.

As micro células e pico células são compostas por estações base de baixa potência (μ eNBs ou PeNBs) cujas potências de transmissão variam de 23 dBm a 30 dBm e ganhos de antenas de 0 a 5 dBi. Assim, devido às distâncias razoavelmente curtas, eles são adequados para aplicações urbanas e empresariais.

As femtocélulas são compostas por

estações base implantáveis pelo consumidor (HeNBs) conectadas ao backhaul de banda larga dos consumidores, como PONs, FSOCs, etc.

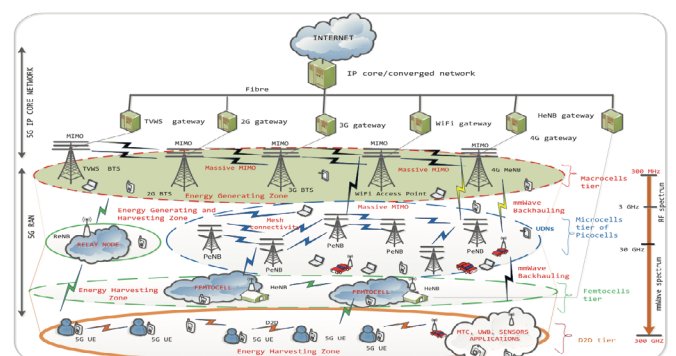
Os HeNBs podem transmitir com potências inferiores a 23 dBm e também podem ter associações de UEs restritas.

Finalmente, as comunicações D2D serão ativadas principalmente pelo espectro de microondas, essas comunicações podem diminuir o tráfego da BS.

2 BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA 5G

A utilização da tecnologia 5G vem para aumentar o número de usuários ao mesmo tempo em que aumenta significativamente, também o fluxo de dados. Esses benefícios incluem alocações de espectro muito maiores em bandas de espectro de frequência de ondas milimétricas não exploradas [2], [3], antenas maciças de direção de feixe altamente direcionais nos dispositivos móveis e nas BSs [4], [3], maior duração da bateria sustentada pelas técnicas de coleta de energia [1], comunicações full-duplex (FDCs) [5], menor probabilidade de interrupção, taxas de bits muito mais altas em porções maiores da área de cobertura, menor custos de infraestrutura e maior capacidade agregada [6], [7]. Na figura 1 vemos o LTE que compõem a rede 5G.

Figura 1 Arquitetura LTE da rede heterogênea 5G



Fonte: IEEE, 2016

Além disso, os meios guiados do sistema 5G RAN passarão principalmente de cobre e fibra para conexões híbridas de microondas sem fio, sem fio óptico e com fio (backhauling),

permitindo, assim, rápida implantação e conectividade em malha entre diferentes BSs.

Os sistemas 5G RAN irão adaptar-se a mais espectros de frequência (por exemplo, microondas ou banda de frequência extremamente alta (EHF), ou seja, 30 a 300 GHz, a fim de satisfazer aplicações de banda larga com denso tráfego de dados intra células. Isso implica em uma exploração maciça para utilização eficiente do espectro (EHF), complementarão o uso do espectro de ultra alta frequência (UHF) existente, ou seja, 300 MHz a 3 GHz. O principal motivo para essa alta exploração do espectro é a necessidade de atender às demandas de cobertura de comunicação de células mais amplas, mesmo além do 5G.

No gerenciamento da rede, as técnicas de redes definidas por software (SDN) serão aplicadas para dividir a rede geral (do núcleo para a RAN) em serviços de controle de sobreposição, principalmente no lado da rede principal. Os dados subjacentes da infraestrutura de encaminhamento de dados, principalmente no lado da RAN terá várias redes menores para atendimento da demanda de dados da rede heterogênea.

Por outro lado, com relação ao tratamento da taxa de dados, os planos de dados explorarão a utilização de antenas massivas de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO), a fim de concentrar a energia em regiões cada vez menores do espaço, com o objetivo de trazer grandes melhorias na taxa de transferência e na eficiência de energia irradiada.

Além disso, as técnicas massivas de MIMO criarão uma plataforma para o desenvolvimento de novos protocolos de acesso por rádio para o fluxo de tráfego heterogêneo, virtualizações de funções de rede (NFV), além de espectro conjunto e eficiência energética (SEE). O *backhauling* de fibra também deverá ser garantido para um sistema de comunicação de vários níveis.

Além disso, os sistemas 5G RAN satisfarão uma ampla variedade de requisitos e características de Qualidade do Serviço (QoS),

como altas taxas de dados, mobilidade contínua, latência reduzida, alta confiabilidade, alta segurança e privacidade, alta duração da bateria do dispositivo e custos reduzidos do dispositivo.

Em termos da ampla variedade de requisitos, características e casos de uso de taxas de dados, os dados de vários Gbps devem incluir tablets em nós de acesso de alta e baixa potência. Dessa forma, centenas de taxas de dados de Mbps devem estar disponíveis para os consumidores finais em RANs 5G de várias camadas. Os casos mais gerais e os requisitos de QoS correspondentes exigirão que os componentes da rede sejam capazes de operar com larguras de banda de transmissão muito amplas (ou seja, 100 MHz) em bandas de frequência mais altas (ordem de 10 a 100 GHz) [3], para que as comunicações de curto alcance (ordem de dezenas a centenas de metros) possam ser utilizadas.

Os BSs de UDNs de rádio previstos, por padrão, serão densamente localizados, planejados de maneira precisa e transmitidos em baixas potências. As BSs dentro das pequenas células precisarão transportar tráfego sem fio das BSs de alta potência ou macro células para as redes de comunicação D2D ou redes de UEs. As BSs das UDNs devem ser capazes de gerenciar recursos de rádio de maneira eficiente e oportuna no lado de acesso dos sistemas 5G RAN tanto quanto forem necessários. Sendo assim, de uma forma geral, aplicam-se em situações em que o usuário interage e troca informações com a rede.

Os sistemas 5G RAN precisarão oferecer uma solução mais eficiente para permitir também que os dispositivos se comuniquem diretamente pelo link D2D, para dessa forma diminuir o tráfego de dados para a BS, pois a comunicação D2D podem ser feita de forma direta.

3 TECNOLOGIA 5G PARA A SEGURANÇA PÚBLICA

Os sistemas 5G possuem uma gama



de vantagens para a aplicação na segurança públicas. Desta forma, uma rede 5G pode oferecer vantagens como, por exemplo, melhor cobertura, devido ao investimento conjunto em apenas uma rede, além de remover problemas de interoperabilidade entre as agências com diferentes sistemas.

Além disso, a rede 5G também utiliza User Equipments (UEs), como smartphones, e eNodeBs (estação rádio base), que também atendem a redes comerciais, diminuindo, dessa forma, os custos dos equipamentos, devido à escala global de produção (GSMA, 2018).

O 5G foi projetado para prover altas taxas de dados a partir de conectividade IP, com baixa latência, podendo ser utilizado por aplicativos com comunicação IP, permitindo que grandes números de serviços sejam fornecidos, como, por exemplo, consulta a banco de dados, streaming de vídeo e comunicação de voz (PTT e VoIP) em tempo real. Além disso, também foi projetado para fornecer uma taxa altíssima de dados para um número muito grande de usuários com máxima segurança e confiabilidade.

Sendo assim, essa tecnologia vêm ao encontro da necessidade das comunicações da segurança pública no sentido de um sistema versátil e muito seguro. Provedo uma taxa de dados bem maior do que as usadas com as tecnologia atuais.

Atualmente, o espectro alocado para aplicações de segurança pública no Brasil é de 5 MHz de upload e 5 MHz de download. O 5G pode ser utilizado com aplicações personalizadas para usuários de segurança pública, através de soluções baseadas em IP *Multimedia Subsystem* (IMS), como, *Push-to-Talk* (PTT) sobre telefonia celular. Podem ser implementados serviços de segurança melhorados e capazes de realizar transmissões ponto-multi-ponto de voz, vídeo e dados em comunicação PTT.

Além disso, a rede 5G, devido a sua arquitetura heterogênea em que é composta, também, por redes LTE, pode ser integrada as atuais redes *Land Mobile Radio* (LMR),

viabilizando a convergência de tecnologia, e a convivência de serviços existentes, bem como serviços com necessidade de alta taxa de dados sobre uma mesma infraestrutura. Possibilitando, dessa forma, uma transição suave para uma futura implementação de uma rede heterogênea 5G.

Podemos utilizar também, a rede 5G de forma tática, com possibilidade de prover, temporariamente, cobertura em uma determinada região que necessite de comunicação crítica e de altas taxas de dados. Além disso, alguns recursos importantes para segurança pública podem ser integrados, como, por exemplo: drones, vídeos analíticos, viaturas autônomas, automação de dispositivos policiais, robôs conectados para atividades de risco (tais como a desativação de explosivos), inteligência de vídeos, aplicações de inteligência artificial e integração de imagens geradas por câmeras fixas e câmeras instaladas nos uniformes dos agentes (*bodycam*). Tudo isso só pode ser viabilizado com a alta taxa de dados e o grande número de usuários que a tecnologia 5G pode suportar.

4 DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DO 5G

Levando-se em consideração a sua complexidade de instalação, um sistema 5G RAN heterogêneo deve ser capaz de lidar com operações de muitos sistemas de comunicação celular de várias camadas que são implantados dinamicamente e de maneira heterogênea combinando assim RAT diferentes e escaláveis.

Além disso, a sua arquitetura composta por várias tecnologias possui alta complexidade de gerenciamento dinâmico. Por esse motivo, essa implantação terá vários desafios técnicos rigorosos, com um cenário adverso de interferência eletromagnética de rádio e requisitos adicionais de gerenciamento de mobilidade dos usuários [8], [9].

Tem-se, ainda, os desafios das questões técnicas de sustentabilidade e escala-

bilidade da rede, pois os sistemas 5G RAN empregam os RATs de banda larga móvel existentes (2G, 3G, WLAN, 4G etc.) para operar. Os RATs também terão a capacidade de incorporar as BS *Full Duplex*, segundo as quais cada setor BS opera nos modos *Duplex* por Divisão de Tempo (TDD) e *Duplex* por Divisão de Frequência (FDD) [5].

Nesse sentido, tem-se a necessidade de utilização de antenas inteligentes com um número muito grande de elementos, bem como o uso de antenas direcionáveis (MIMOs massivos) [4], aprimorando, ainda mais, a eficiência espectral nas bandas UHF existentes, para níveis de serviço móvel em uma cobertura de área mais ampla, e bandas EHF, para níveis de serviço móvel em cenários específicos de casos de uso [10].

Outro desafio é a necessidade de coordenação entre BSs para atender às demandas dos grandes volumes de tráfego móvel.

Por outro lado, as implantações de redes ultra-densas (UDNs) serão necessárias para suportar os novos casos de uso como comunicações maciças do tipo máquina (MTCs), comunicações *multi-hop* (MHCs), comunicações ultrarrelegáveis (URCs), entre veículos e veículos para comunicações rodoviárias (V2R-Cs). Mantendo assim, a sustentabilidade, flexibilidade e escalabilidade da rede dos sistemas 5G RAN [2].

Para mitigação de interferência, as redes exigirão mecanismos mais sofisticados e seletivos de controle de interferência eletromagnética e gerência de recursos de rádio (bloco de canais), para permitir que o sistema 5G RAN possa lidar com grandes volumes de tráfego e altas taxas de dados.

CONCLUSÃO

O emprego da tecnologia 5G para a aplicação na segurança pública, tais como: drones, vídeos analíticos, viaturas autônomas, automação de dispositivos policiais, robôs conectados para atividades de risco (tais como a desativação de explosivos), inteligência de

vídeos, aplicações de inteligência artificial e integração de imagens geradas por câmeras fixas e câmeras instaladas nos uniformes dos agentes (*bodycam*) aliado à possibilidade de utilização da rede por um grande número de usuários com tráfego de dados de alta capacidade atenderá as necessidades dos órgãos de segurança pública. Nesse sentido, a tecnologia 5G proporcionará a tais órgãos melhores condições de realizar a sua missão constitucional que é a manutenção da paz social.

Tendo em vista a interoperabilidade entre os sistemas de comunicações existentes nos órgãos de segurança pública e as redes LTE, um aspecto muito relevante na utilização da tecnologia 5G voltada à segurança pública é a escalabilidade. Isso porque, como a rede 5G é uma rede heterogênea, ou seja, sua arquitetura é composta por diversas tecnologias incluindo o LTE, ela poderá coexistir com o legado de equipamentos já existentes e em operação pelos órgãos de segurança pública.

Por outro lado, para atender a demanda a qual a tecnologia 5G se predispõe a fornecer, existe uma série de desafios a serem superados para viabilizar a sua implantação. Atualmente existem vários estudos no sentido de buscar uma solução viável para todos os desafios de implantação da tecnologia 5G.

Dessa forma, a partir do momento em que a tecnologia 5G tiver seus desafios de implantação solucionados e sua utilização se tornar realidade, essa tecnologia ocasionará um impacto muito grande nos sistemas de comunicações dos Órgãos de Segurança Pública. Isso porque, tal tecnologia ampliará o sistema pré-existente, proporcionando maior escalabilidade, flexibilidade, segurança e confiabilidade, refletindo, assim, na melhoria dos serviços prestados pelos Órgãos de Segurança Pública e, conseqüentemente, trazendo melhorias para a sociedade brasileira.



APPLICABILITY OF 5G TECHNOLOGY FOR THE USE FOR PUBLIC SECURITY

ABSTRACT: PUBLIC SAFETY AGENCIES ARE INCREASINGLY LOOKING FOR A COMMUNICATIONS SYSTEM WITH FLEXIBILITY, SCALABILITY AND ABOVE ALL WITH HIGH DATA RATES AND SUPPORTING A CONSIDERABLE NUMBER OF USERS. IN THIS SENSE, 5G TECHNOLOGY MEETS THESE CONCERNS, BECAUSE IN ADDITION TO THE DATA RATE AND LARGE NUMBER OF USERS, THE SYSTEMS NEED NEW TECHNOLOGIES TO COEXIST WITH EXISTING TECHNOLOGIES. THIS ENSURES INTEROPERABILITY BETWEEN LEGACY SYSTEMS AND 5G TECHNOLOGY, DUE TO THE CHARACTERISTICS OF 5G NETWORKS BEING HETEROGENEOUS NETWORKS. ON THE OTHER HAND, 5G TECHNOLOGY STILL HAS MANY CHALLENGES TO OVERCOME FOR ITS EFFECTIVE USE.

KEYWORDS: 5G. HETEROGENEOUS NETWORKS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] X. Lu, P. Wang, D. Niyato, D. Kim, and Z. Han, "Wireless networks with RF energy harvesting: A contemporary survey," *IEEE Commun. Surv. Tuts.*, vol. 17, no. 2, pp. 757–789, Second Quart. 2015.
- [2] T. S. Rappaport et al., "Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work!," *IEEE Access*, vol. 1, pp. 335–349, May 2013.
- [3] S. Hur, T. Kim, D. J. Love, J. V. Krogmeier, T. A. Thomas, and A. Ghosh, "Millimeter wave beamforming for wireless backhaul and access in smallcell networks," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 61, no. 10, pp. 4391–4403, Oct. 2013.
- [4] E. G. Larsson, O. Edfors, F. Tufvesson, and T. L. Marzetta, "Massive MIMO for next generation wireless systems," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 52, no. 2, pp. 186–195, Feb. 2014.
- [5] S. Han, C. L. I, L. Dai, Q. Sun, and Z. Xu, "Full duplex networking: Mission impossible?," in *Proc. Comput. Res. Repository*, Oct. 20, 2014, pp. 1–6.
- [6] C. X. Wang et al., "Cellular architecture and key technologies for 5G wireless communication networks," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 52, no. 2, pp. 122–130, Feb. 2014.
- [7] A. Agrawal, "Heterogeneous networks: A new paradigm for increasing cellular capacity," Qualcomm, Jan. 29, 2009. [Online]. Available: <http://netseminar.stanford.edu/seminars/>, accessed on Jan. 20, 2015.
- [8] 3GPP TR 36.932, "Scenarios and requirements for small cells enhancements for E-UTRA and E-UTRAN," version 12.1.0, Mar. 2013.
- [9] O.N.C.Yilmazetal., "Smart mobility management for D2D communications in 5G networks," in *Proc. IEEE Wireless. Commun. Netw. Conf. (WCNC'14)*, Istanbul, Turkey, Apr. 6–9, 2014, pp. 219–223.
- [10] Ericsson, "5G radio access," *Ericsson Rev.*, vol. 6, pp. 1–8, Jun. 18, 2014.

O autor é bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) e em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Militar de Engenharia (IME). É mestrando em Telecomunicações e Redes de Comunicações pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente serve no Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército e pode ser contactado pelo e-mail: ricardoferreiracmf@gmail.com.

