

Uma discussão da integração entre MEC e 6G

Rúben F. Xavier¹, Antonio Oliveira-Jr^{1,3}
Leandro A. Freitas² e

¹Instituto de Informática (INF) – Universidade Federal do Goiás (UFG)
Alameda Palmeiras, Quadra D, Câmpus Samambaia
74.69-900 – Goiânia – GO – Brazil

²Instituto Federal de Goiás
Núcleo de Estudos aplicados a Redes de computadores e
Sistemas distribuídos (NumbERS)
Avenida Universitária, s/nº, Vale das Goiabeiras
75.400-000 – Goiânia – GO – Brazil

³Fraunhofer Portugal AICOS
Porto, Portugal

rubenxavier@inf.ufg.br

leandro.freitas@ifg.edu.br, antoniojr@ufg.br

Abstract. *Mobile networks have become increasingly present in human life around the world. The arrival of fifth generation mobile networks, better known as 5G, brought great technological advancement. However, the rapid technological expansion in the world forces the evolution of mobile networks at the same speed. The sixth generation of mobile networks (6G) comes with the challenge of supporting human development on a global scale. For this, one of the technologies that are essential is Multi-Access Edge Computing (MEC). For its use, the MEC must be integrated into the 6G network, therefore, integration models must be proposed. In this work we will discuss the proposed integration between 5G and MEC through the development of an integration service, with a view to the integration between 6G and MEC.*

Resumo. *As redes móveis tem se tornado cada vez mais presentes na vida do ser humano no mundo todo. A chegada das redes móveis de quinta geração, mais conhecida como 5G, trouxeram grande avanço tecnológico. Contudo, a rápida expansão tecnológica no mundo força a evolução das redes móveis na mesma velocidade. A sexta geração das redes móveis (6G) surgem com o desafio de dar suporte ao desenvolvimento humano em escala global. Para isto, uma das tecnologias que são essenciais é o Multi-Access Edge Computing (MEC). Para o seu uso, o MEC deve ser integrado à rede 6G, logo, devem ser propostos modelos de integração. Neste trabalho discutiremos a integração entre 5G e MEC proposta através do desenvolvimento de um serviço de integração, com vistas para a integração entre 6G e MEC.*

1. Introdução

O surgimento de novas aplicações e a crescente demanda por melhor desempenho da rede no decorrer dos anos, impulsionou a evolução das redes móveis. As redes de quinta geração (5G) trouxeram em sua concepção diversas melhorias, dentre elas os serviços de comunicação ultra confiáveis e de baixa latência (*Ultra-reliable low latency communications* - URLLC), banda larga aprimorada (*enhanced Mobile Broadband* - eMBB), e por fim a comunicação de dispositivos em massa (*massive Machine Type Communications* - mMTC) [Rommer et al. 2019].

A evolução do 5G para a rede de sexta geração (6G), não só herdou pontos do 5G, como a separação dos serviços, mas também sugeriram novas características da rede. Dentre estas, as principais segundo [Al-Ansi et al. 2021], a possibilidade de integrar a infraestrutura e os aplicativos da rede, comunicação entre redes precárias e de computação de borda, além da perspectiva de melhor controle dos recursos.

Mais além, o 6G traz a concepção de uma cobertura mundial extrema, na qual a conectividade estará disponível ao redor do globo de forma ubíqua [Mendes and et. al 2021, Chen et al. 2020]. Contudo, esta conectividade global enfrentará desafios não só técnicos com questões relacionada a arquitetura e integrações, mas também políticas com estratégias que envolvem governos, agências reguladoras e operadoras para o desenvolvimento da rede, e de negócio com a busca pelo equilíbrio da relação custo-benefício para operadoras e clientes [Mendes and et. al 2021].

Quando se trata dos serviços herdados, a computação de borda com o *Multi-Access Edge Computing* (MEC) surge como tecnologia fundamental para atender os requisitos do URLLC. Espera-se que a integração entre a rede 6G e o MEC seja menos complexa e mais eficiente, isto por que diversos cenários de aplicações vão depender diretamente desta integração [Al-Ansi et al. 2021]. O 6G-MEC (integração entre 6G e MEC) adotará não só os benefícios da computação de borda, mas também do desenvolvimento de inteligência na rede a partir da implementação de inteligência artificial e aprendizado de máquina [Al-Ansi et al. 2021].

Para que todo o contexto MEC e suas vantagens estejam disponíveis na rede 6G há a necessidade de se propor modelos de integração. No 5G, a ETSI propôs um modelo de integração em [Kekki et al. 2018], contudo, deixa em aberto ao mercado e a comunidade para que possam ser propostos outros modelos. No 6G não deve ser diferente.

O objetivo deste artigo é discutir uma solução de integração entre 5G e MEC desenvolvida com base no modelo da ETSI através do desenvolvimento de uma API, com vistas à integração do MEC nas redes 6G. Buscaremos entender e ter uma visão inicial de como serão os próximos passos na evolução da rede 5G e 6G em relação ao MEC.

Este artigo está organizado da seguinte forma: A seção 2 apresenta possíveis casos de uso do 6G; Seção 3 discute a integração do 5G *System* (5GS), MEC e também uma visão da integração do 6G ; Na seção 4 apresentamos uma conclusão; Seção 5 os agradecimentos, e por fim, as referências.

2. Casos de uso MEC 6G

Com os algoritmos de inteligência artificial (IA) sendo executados na borda da rede, o MEC poderá dispor de recursos computacionais distribuídos permitindo que a inte-

ligência de borda seja executada no 6G [Zhang 2022]. Os casos de uso do MEC no 6G podem ser separados em três categorias: i) Serviços Orientados ao Consumidor no qual o usuário passa a utilizar o poder de processamento da borda em benefício da execução de aplicações 6G para seu uso; ii) Serviços de Operadora e Terceiros utilizando o MEC como um *gateway*, coletando e processando os dados gerados, transmitindo então os dados já processados para a nuvem; iii) *Cache* de Conteúdo faz com que, baseado no histórico de utilização naquela área, os conteúdos mais utilizados sejam armazenados previamente [Zhang 2022].

A literatura, apesar de ainda escassa, já discute casos de uso em potencial e até alguns exemplos de aplicações. Estes casos de uso, que também são chamados de mercados verticais, são separados em 5 grupos, sendo eles entretenimento, cuidados de saúde, automotivo, educação e indústria [Al-Ansi et al. 2021].

Com o MEC-6G a associação de tecnologias trarão infinitas possibilidades para entregar ao usuário algo novo, a telepresença utilizando a robótica como base é um exemplo disto [Al-Ansi et al. 2021]. Pensando em cenários de desastres, podemos associar o uso da telepresença para avaliação de locais remotos ou que inferem risco de vida. Jogos são um outro exemplo de aplicações que se beneficiam fortemente de baixa latência, já que são processados e armazenados em *data-centers* [Zakarya et al. 2020].

A cirurgia remota é um dos casos de uso do MEC que, para que funcione, há a necessidade de links ininterruptos, de alta confiabilidade e ultra baixa latência [Al-Ansi et al. 2021]. Contudo, na área da saúde, diversas outras aplicações podem ser propostas e utilizadas, como o monitoramento de pacientes distantes de instalações médicas, processamento de dados para previsão de doenças diversas [Al-Ansi et al. 2021].

No ramo automotivo os carros autônomos também se beneficiarão das melhorias trazidas pelo 6G. Dentro do 5G ainda não foram adotadas tudo que é necessário para que os conceitos dos veículos autônomos funcione de forma eficiente [Al-Ansi et al. 2021]. No ramo industrial temos diversas aplicações possíveis com o 6G-MEC como o processamento de grandes volumes de informações, automações, uso de sistemas de controle [Al-Ansi et al. 2021]. Tornar o uso de recursos mais eficiente e a produção mais rápida são exemplos de objetivos que devem ser buscados com a utilização do 6G-MEC.

3. Integração 5G-MEC e o 6G

Até a chegada do 5G as redes móveis passaram por outras quatro gerações. As gerações anteriores foram construídas com objetivo de atender dispositivos móveis, e ao contrário disso, o 5G foi desenvolvido para atender diversos cenários [Nadas et al. 2020]. O sistema 5G (*5G System - 5GS*) tem como objetivo reduzir a complexidade do gerenciamento e operações da rede a partir de um nível mais alto de abstração [Rommer et al. 2019]. Entre as diversas melhorias das gerações anteriores para a quinta, a separação em cenários distintos foram trazidas pelas *Releases* publicadas pela *3rd Generation Partnership Project* (3GPP). Esses cenários se dividem em eMBB, URLLC e mMTC [Rommer et al. 2019].

O URLLC traz em sua concepção a ideia de comunicação com latência ultra baixa e altos níveis de confiabilidade de ponta a ponta [Nadas et al. 2020]. Sendo assim, a partir da concepção do URLLC, o MEC surge para atender seus requisitos. A utilização do

MEC consiste em mover os recursos de infraestrutura da nuvem para a borda da rede, ou seja, perto de onde os dados são gerados, fazendo com que essa borda atue como pequenos *data centers* [Filali et al. 2020, Pham et al. 2020]. Além de estar associado aos benefícios do URLLC, processar os dados na borda da rede minimiza o risco de congestionamento de tráfego e a redução de transmissão de dados [Filali et al. 2020].

Apesar do MEC ser uma tecnologia que veio a partir do 5G, a integração de ambos não é natural. Logo, devem ser propostas soluções para este problema. Para isso, o desenvolvimento de uma API a qual ofertaria ao MEC o serviço para a integração entre o 5G *core* (5GC) e o MEC torna-se uma possibilidade. Uma proposta deste tipo já foi apresentada previamente em [Cunha et al. 2021]. O serviço de integração 5G-MEC seria adicionado a *Multi-Access Traffic Steering API* (MTS API), o que permite então à API ofertar o serviço de comunicação entre plataforma MEC e 5GS.

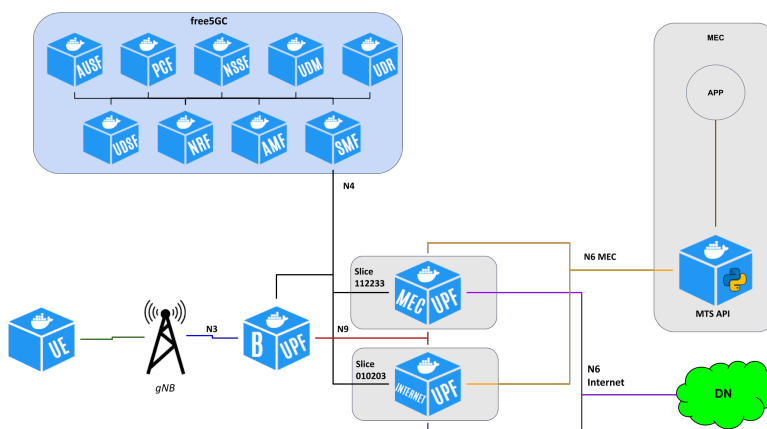


Figura 1. Visão geral da integração 5G-MEC.

A Figura 1 apresenta um panorama da integração 5G-MEC. Essa arquitetura mostra o núcleo de rede 5G, *User Equipament* (UE), *User Plane Function* (UPF) e suas conexões. Neste caso, a conexão mais importante é com o MEC através da interface *N6* (visão do núcleo) e *mp2* (visão da arquitetura de referência MEC). Todo o ambiente mostrado nessa arquitetura é virtualizado e executado em contêineres docker. O núcleo de rede utilizado é o free5GC [National Chiao Tung University 2021]. Neste ambiente, é possível isolar os componentes necessários e executar testes. O fluxo de comunicação entre a aplicação MEC (APP que está dentro do MEC) e UE se dá passando principalmente pela MTS-API, e também pelos UPFs. Cada UPF neste cenário é executado em um *slice* de rede distinto, sendo assim, a comunicação que passa por um não é conhecida pelo outro.

O Funcionamento da API é o seguinte: Para que uma aplicação utilize os seus serviços de comunicação deve-se registrar e assim receberá um *token*. Este *token* permite o acesso aos *end-points* da API. Cabe então a aplicação MEC enviar as suas informações através do serviço, e na outra ponta da comunicação, a aplicação do usuário deve buscar essas informações. Testes iniciais já foram feitos, o que permitiu observar como se dá a comunicação entre UE e até a API, passando pelas funções de rede (*Network Functions - NF*) do núcleo.

Neste sentido, a integração 5G-MEC está em fase avançada se compararmos ao

6G, principalmente em função do desenvolvimento do sistema 5G estar em fase avançada de desenvolvimento. O 5GS já está bem desenvolvido, com 17 *Releases* (documentos técnicos que padronizam a tecnologia) já lançadas e com a 18ª já em desenvolvimento. No Brasil, já foi homologado pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) o resultado do leilão de frequências do 5G [Kleina 2021].

Seguindo os padrões tanto da indústria quanto da pesquisa no 5G, a integração MEC-6G poderá ser feita através do desenvolvimento de APIs que, a partir do seu *deployment* na rede, disponibilizará o serviço de comunicação para as aplicações. Deve-se atentar, que a integração na rede 6G traz consigo desafios diferentes do 5G. Os principais desafios são a heterogeneidade dos recursos distribuídos, a mobilidade dos usuários finais, e a segurança dos dados que trafegam na rede [Zhang 2022]. Além disto, as soluções que surgirão no futuro devem se atentar a quantidade de dados com quem devem lidar, ou seja, deve ser uma solução escalável e que dê suporte a tráfego intenso de dados.

Além disso, é esperado que a inteligência na borda da rede atue otimizando a alocação de recursos, computação além de aprimorar a qualidade de serviço (*Quality of Service* - QoS) [Zhang 2022]. Logo, a integração 6G-MEC ainda deve levar em consideração todo o contexto de inteligência na borda da rede e tudo que vem atrelado a ela, ou seja, a integração não deve abranger só as aplicações MEC, mas também informações provenientes da IA, como por exemplo informações para alocações de recursos de rede que devem ser entregues ao núcleo de rede. Também é possível crer que a medida que a padronização da rede evoluir, as aplicações também vão evoluir no sentido de terem mais requisitos, além dos seus principais.

Sendo assim, espera-se que a integração 6G-MEC trilhe basicamente os mesmos caminhos do 5G-MEC. É esperado também que juntamente com a padronização da rede 6G também surjam novos padrões para o MEC, trazendo à comunidade uma atenção para a possibilidade de até mudanças de arquitetura para atender os novos requisitos das aplicações.

4. Conclusão

É notável que o 6G, se comparado ao 5G, ainda tem muito trabalho a ser feito para que surjam os primeiros núcleos de rede e conseqüentemente os primeiros testes reais da rede. Parte deste trabalho é a padronização de funcionamento, protocolos, funções de rede (*Network Functions* - NF) e demais. Em paralelo, o MEC deve ser padronizado para o 6G, o que deve discutir se haverá mudanças ou não para a nova rede.

Espera-se que durante a padronização do 6G sejam propostos meios para esta integração, como por exemplo a padronização de interfaces e protocolos, além de orientações base de funcionamento. Porém, a estruturação do 6G ainda deve levar tempo, sendo assim, poderão ser observados os modelos de integração 5G-MEC propostos na literatura, e também comercialmente, tomando-os como base para a integração 6G-MEC. Desta forma, as pesquisas poderão avançar rapidamente para utilizar destas tecnologias, desenvolvendo e criando meios para que os desafios que o 6G traz sejam vencidos.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001 e Conselho Superior

da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

Referências

- Al-Ansi, A., Al-Ansi, A. M., Muthanna, A., Elgendy, I. A., and Koucheryavy, A. (2021). Survey on intelligence edge computing in 6g: characteristics, challenges, potential use cases, and market drivers. *Future Internet*, 13(5):118.
- Chen, S., Liang, Y.-C., Sun, S., Kang, S., Cheng, W., and Peng, M. (2020). Vision, requirements, and technology trend of 6g: How to tackle the challenges of system coverage, capacity, user data-rate and movement speed. *IEEE Wireless Communications*, 27(2):218–228.
- Cunha, K., Xavier, R., Moreira, W., Freitas, L., and Oliveira-Jr, A. (2021). Uma abordagem sobre a integração da computação de borda móvel e a rede 5g para internet das coisas na agricultura 4.0. In *Anais da IX Escola Regional de Informática de Goiás*, pages 118–131, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Filali, A., Abouaomar, A., Cherkaoui, S., Kobbane, A., and Guizani, M. (2020). Multi-access edge computing: A survey. *IEEE Access*, 8:197017–197046.
- Kekki, S., Featherstone, W., Fang, Y., Kuure, P., Li, A., Ranjan, A., Purkayastha, D., Jiangping, F., Frydman, D., Verin, G., et al. (2018). Mec in 5g networks. *ETSI white paper*, 28:1–28.
- Kleina, N. (2021). Anatel homologa resultado do leilão do 5g no brasil. <https://www.tecmundo.com.br/mercado/229284-anatel-homologa-resultado-leilao-do-5g-brasil.htm>. Acessado em: 21-01-2021.
- Mendes, L. L. and et. al (2021). Casos de uso e requisitos para as redes 6g. Technical report. Acessado em 01-04-2022.
- Nadas, J. P. B., Zhao, G., Souza, R. D., and Imran, M. A. (2020). Ultra reliable low latency communications as an enabler for industry automation. *Wireless Automation as an Enabler for the Next Industrial Revolution*, pages 89–107.
- National Chiao Tung University (2021). free5gc. [://www.free5gc.org/](http://www.free5gc.org/).
- Pham, Q.-V., Fang, F., Ha, V. N., Piran, M. J., Le, M., Le, L. B., Hwang, W.-J., and Ding, Z. (2020). A survey of multi-access edge computing in 5g and beyond: Fundamentals, technology integration, and state-of-the-art. *IEEE Access*, 8:116974–117017.
- Rommer, S., Hedman, P., Olsson, M., Frid, L., Sultana, S., and Mulligan, C. (2019). *5G Core Networks: Powering Digitalization*. Elsevier.
- Zakarya, M., Gillam, L., Ali, H., Rahman, I., Salah, K., Khan, R., Rana, O., and Buyya, R. (2020). epcaware: A game-based, energy, performance and cost efficient resource management technique for multi-access edge computing. *IEEE Transactions on Services Computing*, pages 1–1.
- Zhang, Y. (2022). Mobile edge computing for beyond 5g/6g. In *Mobile Edge Computing*, pages 37–45. Springer.