

# Uma análise sobre a integração da Computação de Borda Móvel e a Rede 6G utilizando RNIS

Kaíque M. R. Cunha<sup>1</sup>, Waldir Moreira<sup>3</sup>,  
Leandro A. Freitas<sup>2</sup> e Antonio Oliveira-Jr<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática (INF) – Universidade Federal do Goiás (UFG)  
Câmpus Samambaia – Goinânia – GO – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Goiás  
Núcleo de Estudos aplicados a Redes de computadores e  
Sistemas distribuídos (NumbERS)  
Inhumas – GO – Brasil

<sup>3</sup>Fraunhofer Portugal AICOS  
Porto – Portugal

kaiquematheus@discente.ufg.br, waldir.junior@fraunhofer.pt

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

**Abstract.** *The sixth generation of mobile network probably must incorporate several technologies in addition to face several difficulties such on the network and security deficiencies, thereby the integration of Multi-access Edge Computing (MEC) to the 6G system with the use of services such as the Radio Network Information Service (RNIS) provides significant benefits. Therefore, this article discusses aspects of the MEC and 6G System integration, and proposes the development of an improved RNIS service for the agriculture of the future.*

**Resumo.** *A sexta geração de redes móveis provavelmente deve incorporar diversas tecnologias e enfrentar várias dificuldades como deficiências na rede e segurança, deste modo, a integração do Multi-access Edge Computing (MEC) ao sistema 6G com a utilização de serviços como o Radio Network Information Service (RNIS) provê benefícios significativos. Portanto, este artigo discute aspectos da integração MEC e Sistema 6G, e propõem o desenvolvimento de um serviço RNIS aprimorado para a agropecuária do futuro.*

## 1. Introdução

A quinta geração de comunicação móvel também conhecida com 5G está atingindo grandes picos em diversos países. No final de 2020 cerca de 500.000 estações bases foram implantadas na China atendendo mais de 100 milhões de usuários 5G. Com a grande difusão do 5G, a academia e a indústria iniciam a pesquisa para a sexta geração de *internet* móvel (6G) [Jiang et al. 2021]. Devido à evolução de diversos dispositivos inteligentes, além de serviços interativos, surgem aplicações que não serão saciadas devidamente pelas redes 5G, como realidade estendida multissensorial, telepresença holográfica, interações cérebro-computador sem fio, sistemas autônomos e robóticos conectados, os quais necessitando de mais poder computacional e comunicação móvel. Consequentemente, é

previsto que o sistema 5G terá problemas para alocar o grande volume de tráfego móvel a partir de 2030 [Al-Ansi et al. 2021, Both et al. 2020].

O sistema 6G tem como estímulo o crescimento exponencial de tráfego móvel, assinaturas móveis, possibilidade de novos serviços, aplicativos disruptivos, além da necessidade de evolução contínua da comunicação móvel, eficiência da rede, eficiência energética, eficiência de espectro, e assim por diante [Jiang et al. 2021]. Tendo como características: a integração eficiente entre a infraestrutura e os aplicativos de rede, apoiando tecnologias emergentes viabilizando a sociedade digital; suporte a conectividade eficiente para redes de computação de borda, possibilitando a utilização extrema com limites variados de latência e amplitude e; eficiência no controle de recursos, estimulando a conscientização do tempo, fornecendo largura de banda e novos serviços de comunicação [Al-Ansi et al. 2021].

Desta forma a computação convencional baseada em nuvem dificilmente vai atender os exigentes requisitos esperados para 6G [Zhang 2022]. O *Multi-access Edge Computing* (MEC) se torna um dos pilares para o desenvolvimento das Redes 6G, ainda mais quando falamos de baixa latência e eficiência da largura de banda [Kekki et al. 2018]. Além disso, temos um outro componente essencial, conhecido como *Radio Access Network* (RAN), responsável por fornecer cobertura de área através de tecnologias de acesso à rádio. Definida como um conjunto de estações base, interligadas por uma rede de transporte, conectadas ao núcleo da rede 5G/6G [Sirotkin 2020]. Portanto, a instalação e configuração adequada desta rede, será responsável por fornecer cobertura e capacidade aos usuários além de riquezas de informações, de suma importância para diversas aplicações [Sirotkin 2020, ETSI 2019]. Tendo o *Radio Network Information Service* (RNIS) como um dos principais serviços MEC responsável pela interação e fornecimento de informações a aplicações interessadas [Cunha et al. 2021, Arora et al. 2019, ETSI 2019].

Com base em condições da RAN e informações contextuais em tempo real, é possível estimar o congestionamento da célula de rádio, largura de banda da rede, entre outros. Assim, possibilitando a tomada de decisão inteligente e melhorias na prestação de serviço [Zhang 2022]. A proposta de um serviço RNIS aprimorado para o contexto 6G pode servir a diversas aplicações, potencializando, por exemplo, a agropecuária do futuro, fornecendo condições de eficiência de transporte e armazenamento em tempo real, minimizando perdas de logística de transporte, melhorando a tomada de decisão sobre rotas, disposição de frotas, etc [Mendes and et. al 2021, Zhang 2022]. Portanto, este artigo discute aspectos importantes sobre a motivação da integração MEC e o Sistema 6G potencializado a utilização do serviço RNIS aprimorado, como um dos principais serviços para aplicações 6G no cenário agrícola, fornecendo informações sobre *User Equipments* (UE) em diversos contextos, destacando a relevância das informações de nível RAN no cenário 6G.

Sendo assim, o artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 Integração MEC é Sistema 6G. Já a Seção 3 apresenta Cenário e Casos de Uso 6G. A Seção 4 apresenta Serviço RNIS aprimorado para o Sistema 6G. Por fim, a Seção 5 apresenta a conclusão, seguida dos agradecimentos.

## 2. Integração MEC e Sistema 6G

Serviços como transmissão de dados de longa distância para a nuvem, estão sujeitos a grande latência, riscos de segurança, e alto consumo de largura de banda. No 6G, diversas aplicações emergentes como *Virtual Reality* (VR), exigem alto desempenho e latência ultrabaixa, além do crescente desenvolvimento de dispositivos *Internet of Things* (IoT) elevando a quantidade de recursos computacionais distribuídos na borda. Com estes cenários a computação convencional baseada em nuvem dificilmente atenderá os exigentes requisitos de desempenho da nova geração [Zhang 2022].

Quando falamos de baixa latência, eficiência da largura de banda, proximidade do usuário, reconhecimento de local e informações de contexto de rede a computação de borda se destaca. Sendo a evolução da computação de nuvem, a computação de borda é considerada um dos pilares para atender estes exigentes requisitos do 5G/6G, além de desempenhar um papel fundamental para a transformação de negócios [Kekki et al. 2018]. O MEC é definido como uma arquitetura de rede, provendo um ambiente de serviços na borda da rede móvel e recursos de computação em nuvem [Zhang 2022, ETSI 0 12]. Proporcionando melhorias no desempenho de aplicações existentes e permitindo o desenvolvimento de uma gama de aplicações inovadoras [Zhang 2022, ETSI 0 12].

O MEC tem como características: **i) a proximidade** onde os serviços são implantados próximo aos usuários móveis, agregando vantagens a dispositivos que requerem alto poder computacional (ex. Realidade Aumentada – AR) e captura de informações (ex. análise de *Big Data*); **ii) baixa latência**, com a proximidade dos usuários móveis a latência se torna menor, possibilitando reações mais rápidas, redução de congestionamentos; **iii) reconhecimento de local**, permite ao MEC localizar dispositivos conectados a ele através da sinalização de informações recebidas dos dispositivos de borda; **iv) informações de contexto de rede**, aplicativos e serviços que fornecem dados de rede em tempo real beneficiam negócios e eventos. Utilizando como base as condições da RAN e informações contextuais em tempo real, pode-se estimar a largura de banda da rede, o congestionamento da célula de rádio, eventos de mobilidade, dentre outras. Oportunizando a tomada de decisão inteligente e melhorias na prestação de serviço [Zhang 2022].

A integração entre MEC e 6G promete uma série de benefícios, porém surgem novos desafios. Podemos listar três potenciais desafios, devido às características das redes 6G e seus dispositivos conectados, a heterogeneidade dos recursos distribuídos; a alta mobilidade dos usuários finais (veículos autônomos, dispositivos móveis) e a preocupação com segurança e privacidade [Zhang 2022].

## 3. Cenário e Casos de Uso 6G

Com a criação de novas tecnologias e a evolução de tecnologias já existentes como holografia, robótica, Inteligência Artificial (IA) e veículos autônomos, diversas aplicações serão estimuladas pelas redes móveis. E o cenário 5G com *enhanced Mobile Broadband* (eMBB), *Ultra Reliable Low Latency Communications* (URLLC) e *massive Machine Type Communications* (mMTC), não vão satisfazer os exigentes requisitos dos casos de uso 6G (conectividade onipresente, alto desempenho, alta confiabilidade, baixíssima latência, etc.) [Jiang et al. 2021]. Desta forma, podemos destacar três novos cenários sendo eles: ***High-quality on-board communications and global ubiquitous connectability* (uMBB)** deve estar disponível de modo onipresente em todo local. Atendendo casos de uso como

*Digital Twin, Enhanced On-Board Communications*, aumentando drasticamente a capacidade da rede e a taxa de transmissão entre *hosts*; **Ultra-reliable low-latency broadband communication (ULBC)** suporta aplicações exigentes para URLLC e com taxa de transferência extremamente alta como em casos de *Holographic – Type Communication (HTC)*, *Extended Reality (ER)*; **Massive ultra-reliable low-latency communication (mULC)** este cenário combina mMTC e URLLC possibilitando a implantação em grande escala de sensores e atuadores em indústrias, levando em conta Indústria 5.0, Agricultura 5.0, suportando casos de uso como *Intelligent Transport and Logistics* [Jiang et al. 2021].

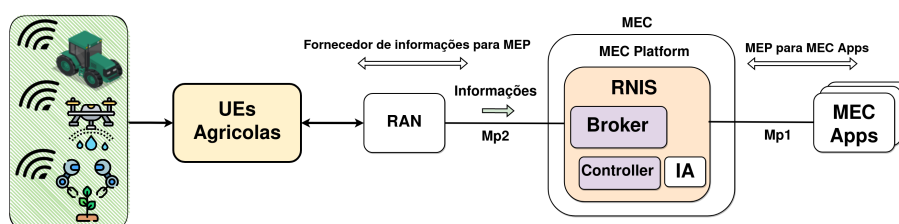
Em um cenário nacional citamos o agronegócio brasileiro, no qual temos grandes desafios para atender as demandas mundiais mantendo a competitividade no mercado [Mendes and et. al 2021]. A tecnologia e a melhoria da infraestrutura para coleta de dados se tornam uma das principais soluções empregadas para o aumento da produtividade e redução de custos. Automatização de processos, monitoramento do uso de insumos, tomadas de decisão autônoma, acesso imediato a informações, eficiência dos processos de logística são alguns benefícios que podemos destacar com o uso das Redes 6G no campo. Tendo como ponto importante o acesso em tempo real a informações como posição, velocidade, rota, controle de insumos e medicamentos. Além de que a utilização agressiva de dispositivos IoT nos setores de transporte, terminais e armazenamento fornece condições de eficiência de transporte e armazenamento em tempo real. Possibilitando a tomada de decisão sobre rotas, disposições de frotas, etc. Assim, na agropecuária do futuro temos aplicações revolucionárias como: pecuária de altíssima precisão; agricultura de altíssima precisão e logística de altíssima precisão [Mendes and et. al 2021].

#### **4. Serviço RNIS aprimorado para o Sistema 6G**

A integração MEC e Sistema 6G não é natural, sendo preciso o desenvolvimento desta integração. Zhang [Zhang 2022] cita que a computação de borda móvel convencional já não é o suficiente para atender as demandas computacionais da nova geração, portanto a integração MEC e 6G é de suma importância. Dentre as variadas funcionalidades do MEC uma se destaca quando consideramos as informações contextuais dos UE [Arora et al. 2019, Cunha et al. 2021, ETSI 2019]. Entre os serviços padronizados oferecidos pelo MEC *Platform* (MEP) podemos citar o RNIS como sendo um dos principais serviços [ETSI 0 12]. Fornecendo as seguintes informações: i) Atualização sobre as condições da rede de rádio; ii) Medições relacionadas ao plano de usuário baseado nas especificações *3rd Generation Partnership Project (3GPP)*; iii) Informações relacionadas aos UEs conectados a um ou vários nós de rádio associados ao MEC *Host*, contexto do UE e dos portadores de acesso de rádio relacionadas; iv) Alterações sobre as informações relacionadas aos UEs conectados a um ou vários nós de rádio associados ao MEC *Host*, contexto do UE e dos portadores de acesso de rádio relacionadas [ETSI 0 12, ETSI 2020]. Assim, o RNIS sobressai como um dos principais habilitadores de diversas aplicações da nova geração de redes móveis 6G.

O RNIS é um serviço de borda móvel disponível para aplicativos MEC (MEC apps) responsável por interagir com RAN, coletando informação de rádio pertinentes aos UEs, de forma que informações como latência, localização, força do sinal, indicação da qualidade do canal, atualização de localização em tempo real sejam utilizadas para aprimorar serviços de borda e potencializando aplicações em diversos contextos como agropecuária do futuro [Arora et al. 2019, Cunha et al. 2021, ETSI 2019].

Devido ao crescente desenvolvimento de dispositivos IoT na rede 6G, cresce em grande escala a quantidade de dados gerados na RAN, necessitando de tratamento, armazenamento e transmissão de dados pertinentes [Zhang 2022, Cunha et al. 2021, Arora et al. 2019]. Com o aprimoramento do serviço RNIS, potencializando o consumo e entrega de informações além do acréscimo de uma IA para análise de informações e fornecimento de serviço aprimorado, podemos potencializar ainda mais o desempenho e otimização de aplicações interessadas. Sendo possível fornecer informações com granularidades diferentes, podendo ser ajustadas com base em parâmetros como informações por célula, por UE (indicador do UE, seu endereço IMSI, IPv6), UEs sob uma cobertura de célula específica, valor do Identificador de Classe de Qualidade (QCI), pode ser solicitada ao longo do tempo e usando várias outras combinações [Cunha et al. 2021].



**Figura 1. Proposta do RNIS para agropecuária do futuro no contexto 6G.**

Observando a Figura 1 podemos identificar que o serviço RNIS é fornecido na direção MEP para MEC apps, os quais consomem este tipo de serviço. As informações do RNIS vêm da direção do fornecedor de informações RAN para o MEP. Entretanto, informações como medição de *Radio Resource Control* (RRC) relacionadas a conexão 3GPP UE, não são especificadas na documentação do RNIS ou mesmo nas especificações gerais do sistema MEC. Neste contexto, a grande questão a se ressaltar é o meio pelos quais o RNIS deve obter informações relacionadas ao Sistema 5G e ainda mais ao Sistema 6G [ETSI 2020]. Uma das questões-chave identificadas pelo ETSI 031 [ETSI 2020] (documento que descreve as principais áreas de estudo na integração MEC 5G) é se o próprio RNIS requer aprimoramento para expor mais informações da rede de rádio especificamente da RAN 5G/6G, ex: informações de gerenciamento de feixe coordenado centralizado (Camada inferior). O recurso de exposição das informações da RAN para consumidores não foi especificado até o momento [ETSI 2020].

Com a ampliação do escopo nas redes 6G o RNIS ganha mais relevância para diversos cenários, tanto na agropecuária do futuro quanto na Indústria 5.0 e Agricultura 5.0, portanto propomos o desenvolvimento de um serviço RNIS aprimorado com uma IA para potencializar o fornecimento de informações para aplicações agrícolas, atacando as principais questões-chaves ressaltadas perante as dificuldades de captação de recurso, melhores formas de tratamento e entrega de informações.

## 5. Conclusão

É visível que a integração MEC e 6G é de suma importância, porém ainda necessita de bastante estudo e desenvolvimento. Entretanto, as possibilidades a partir da integração de ambos tem bastante relevância para o cenário 6G e seus casos de uso. A utilização do serviço RNIS para o desenvolvimento de novas aplicações disruptivas e novos negócios é ressaltado pelos requisitos da nova geração de redes móveis.

A comunicação massiva dos dispositivos IoT a partir de 2030 terá um alcance gigantesco, gerando ainda mais dados na rede. Fazendo com que o MEC e seus serviços como o RNIS tenha um papel fundamental para a continuidade e desenvolvimento de tecnologias. Desta forma a agricultura do futuro e aplicações no contexto da Indústria 5.0 e Agricultura 5.0, terão um forte aliado para seu desenvolvimento.

## 6. 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.
- Arora, S., Frangoudis, P. A., and Ksentini, A. (2019). Exposing radio network information in a mec-in-nfv environment: the rnisaas concept. In *2019 IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft)*, pages 306–310. IEEE.
- Both, C. B., Cardoso, K. V., Prade, L. R., Lopes, V. H. L., and Macedo, C. J. A. (2020). Soft5g+: explorando a softwarização nas redes 5g. *Sociedade Brasileira de Computação*.
- Cunha, K. M., Xavier, R. F., Moreira, W., Freitas, L. A., 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. SBC.
- ETSI (2019). Multi-access Edge Computing (MEC); Radio Network Information API, ETSI GS MEC 012 V2.1.1.
- ETSI (2020-12). Multi-access edge computing (mec); framework and reference architecture. Technical report, 2020.
- ETSI, G. (2020). V2. 1.1: Multi-access edge computing (mec); mec 5g integration. *ETSI Group Report*.
- Jiang, W., Han, B., Habibi, M. A., and Schotten, H. D. (2021). The road towards 6g: A comprehensive survey. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 2:334–366.
- 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(2018):1–28.
- Mendes, L. L. and et. al (2021). Casos de uso e requisitos para as redes 6g. Technical report. Acessado em 01-04-2022.
- Sirotkin, S. (2020). *5G Radio Access Network Architecture: The Dark Side of 5G*. John Wiley & Sons.
- Zhang, Y. (2022). Mobile edge computing for beyond 5g/6g. In *Mobile Edge Computing*, pages 37–45. Springer.