



APLICAÇÃO DA PLATAFORMA HELIX COMO TECNOLOGIA HABILITADORA DO 5G URLLC ATRAVÉS DO CONCEITO DE POD

HELIX PLATFORM APPLICATION AS AN ENABLER TECHNOLOGY OF THE 5G URLLC THROUGH THE CONCEPT OF POD

Wagner Anilton Almeida Nogueira da Silveira **1**

Fábio Henrique Cabrini **2**

Alex Paubel Junger **3**

Sergio Takeo Kofuji **4**

Resumo: Este trabalho explora um cenário 5G baseado na vertente de comunicação Ultra Reliable Low Latency (URLLC) com a finalidade de avaliar o comportamento da latência em aplicações críticas. O objetivo é demonstrar o impacto da disponibilização de recursos computacionais de borda e Point of Delivery (POD) e como eles podem ser aplicados com a finalidade de atender os requisitos de latência exigidos no 5G. Através da aplicação da plataforma Helix na borda da rede com o conceito de POD, tornou-se possível alcançar latências próximas aos requisitos do 5G, possibilitando o alavancamento da vertente de URLLC. Por outro lado, em testes realizados sem o POD, as latências atingem valores que impossibilitariam as aplicações de missão crítica.

Palavras-chave: Helix. URLLC 5G. POD e MEC.

Abstract : This work explores a 5G scenario based upon the Ultra Reliable Low Latency (URLLC) communication vertical aiming to evaluate the latency behavior in critical applications. The goal is to show the impact of edge computing and Point of Delivery (POD) resources availability and how they can be applied to meet the latency requirements of 5G. With the aid of Helix platform at the edge of the network, as a POD, it become possible to achieve latencies close to the requirements, which could be an enabler for the URLLC vertical. On the other hand, during the tests without the POD, the latency achieved values that would be impossible for mission critical application to run.

Keywords: Helix. URLLC 5G. POD e MEC.

-
- 1** Mestrando em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1621848944514559>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1463-6136>. E-mail: wagner.silveira@pad.lsi.usp.br
 - 2** Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3044213933175294>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4316-9418>. E-mail: fabio.cabrini@usp.br
 - 3** Doutor em Energia pela Faculdade de Tecnologia Termomecânica. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3440956514829383>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5072-1012>. E-mail: pro15846@cefsa.edu.br
 - 4** Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7716042222856938>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8477-4091>. E-mail: kofuji@pad.lsi.usp.br
- 

Introdução

Com a evolução da capacidade de processamento dos dispositivos eletrônicos, de acordo com a Lei de Moore (MULAY, 2015), inúmeras novas aplicações começaram a surgir. No mesmo viés, os avanços e a popularização da internet tornaram possível o acesso sem fio a pequenos dispositivos. Na intersecção deste contexto, surgiu a Internet das Coisas, que propõe a interação das “Coisas” a fim de realizar determinadas tarefas.

As redes de comunicação celular também passaram processo evolutivo parecido. A primeira geração, ainda via comunicação analógica, foi capaz de atingir uma taxa de dados máxima de 2,4kbps (VORA, 2015). Já a rede 2G obteve picos de taxa na ordem de 144kps para GSM (Global System for Mobile Communications) e 50kbps para GPRS (General Packet Radio Service) (VORA, 2015). O salto de Qualidade de Serviço (QoS), de modo geral, obtido pelo 3G e 4G foi significativo, e o 4G é capaz de atingir taxas de 1Gbps por dispositivos em determinadas condições (VORA, 2015). Contudo, essas gerações de comunicação celular evoluíram norteadas a atender aos requisitos funcionais do tipo de comunicação necessária às pessoas. Já a quinta geração de comunicação celular almeja propor soluções, chamadas de vertentes, para aplicações que outrora encontravam limitadores tecnológicos, tais quais altíssimas taxas de comunicação (Enhanced Mobile Broadband - eMBB), capacidade para conexão massiva de dispositivos (massive machine type communication - mMTC) e baixa latência aliada à alta confiabilidade na comunicação (ultra reliable and low latency communication - URLLC) (POPOVSKI, TRILLINGSGAARD, *et al.*, 2018) (H., S., *et al.*, 2018).

Este artigo traz uma abordagem da aplicação da plataforma Helix (CABRINI, DE BARROS CASTRO FILHO, *et al.*, 2019) como tecnologia habilitadora da vertente de URLLC 5G, destinada a aplicações de baixa latência e alta confiabilidade na comunicação, através do emprego de recursos computacionais capazes de diminuir a latência do envio, processamento e recebimento dos pacotes de dados em redes de comunicação celular.

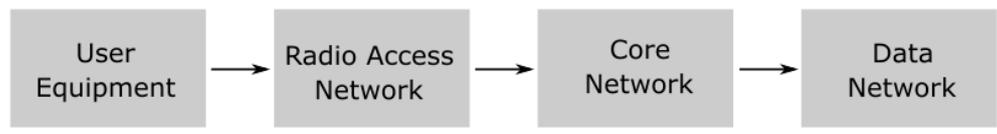
Vertentes do 5G: eMBB, mMTC e URLLC

A arquitetura desta rede celular emergente deve ser suficientemente dinâmica para poder alocar recursos, a fim de se otimizar a utilização destes e conseqüentemente o desempenho da rede. Portanto, além da necessidade da atribuição dos requisitos para as três vertentes, outros elementos computacionais se mostram necessários para que as premissas funcionais sejam respeitadas. Tanto para a vertente eMBB e mMTC, a elasticidade dos servidores determina a capacidade de atender todos os fluxos de dados conforme os indicadores-chave; Rede Definida por Software (Software Defined Network - SDN) e Virtualização das Funções da Rede (Network Function Virtualization - NFV) também são de suma importância pois possibilitam o provisionamento de recursos conforme novos dispositivos finais se conectam, executam tarefas e se desligam da rede (JABER, IMRAN, *et al.*, 2016). Em relação a vertente URLLC, que é caracterizada por aplicações ditas de missão-crítica, é necessária a comunicação com alta confiabilidade e baixíssima latência. A fim de atingir este objetivo, os elementos computacionais de maior relevância para serem disponibilizados são os recursos computacionais próximos ao dispositivo através de computação em Fog e Edge (JABER, IMRAN, *et al.*, 2016) (SKARIN, TÄRNEBERG, *et al.*, 2018). Portanto, além da importância da análise da latência nas camadas de rede, se faz necessário a disponibilização de elementos de borda na rede, isto é, computação em Fog e Edge, para que seja possível atender as demandas de processamento. Neste contexto, a plataforma Helix, baseada no Fiware (CABRINI, DE BARROS CASTRO FILHO, *et al.*, 2019), integrada nas camadas superiores da rede celular é capaz de desempenhar um papel importante ao possibilitar a diminuição da latência fim a fim de aplicações URLLC (SACHS, ANDERSSON, *et al.*, 2019).

Plataforma Helix como tecnologia habilitadora do 5G URLLC pelo conceito de MEC e POD

A rede de comunicação de quinta de geração vem sendo reestruturada para suportar novos serviços que serão oferecidos. Por isto, a arquitetura da rede vem sendo aprimorada e de acordo com a Figura 1, o plano de dados da rede 5G possui os seguintes elementos entre a origem do dado no dispositivo até o pacote chegar no seu destino: Rede de Acesso ao Rádio, Núcleo da Rede e Rede de Dados (Internet).

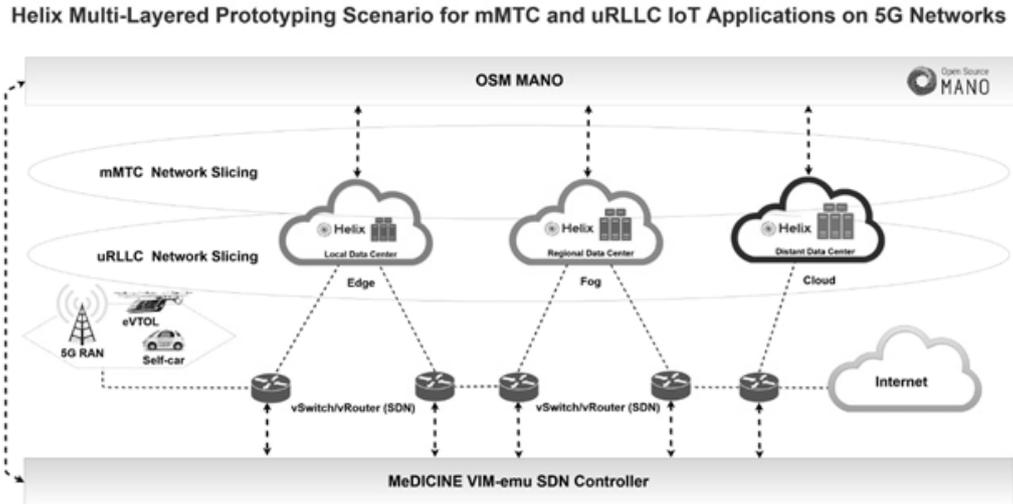
Figura 1. Plano de dados desde o Equipamento do Usuário até a Rede de Dados (Internet) em redes 5G



Fonte: Os autores.

Em virtude desses elementos, para que a latência fim-a-fim do envio e recebimento de dados atinja os requisitos estabelecidos (SHAFI, MOLISCH, et al., 2017) é necessário prover recursos computacionais de borda (Mobile Edge Computing - MEC) a fim de permitir o processamento de dados de forma extremamente rápida e evitar atrasos devido aos saltos nos inúmeros elementos da rede. Además, quanto mais próximo o Centro de Dados (Data Center) estiver do dispositivo final, mais ágil será a comunicação. A Figura 2 exhibe Data Centers Local, Regional e Central que se conectam à estação rádio base do 5G, gNB, de modo que os recursos computacionais disponíveis no Data Center Helix Local são capazes de processar os dados e os retornarem para a gNB, diminuindo a latência na comunicação.

Figura 2. Data Centers Local, Regional e Central conectados às gNB (estação rádio base 5G)



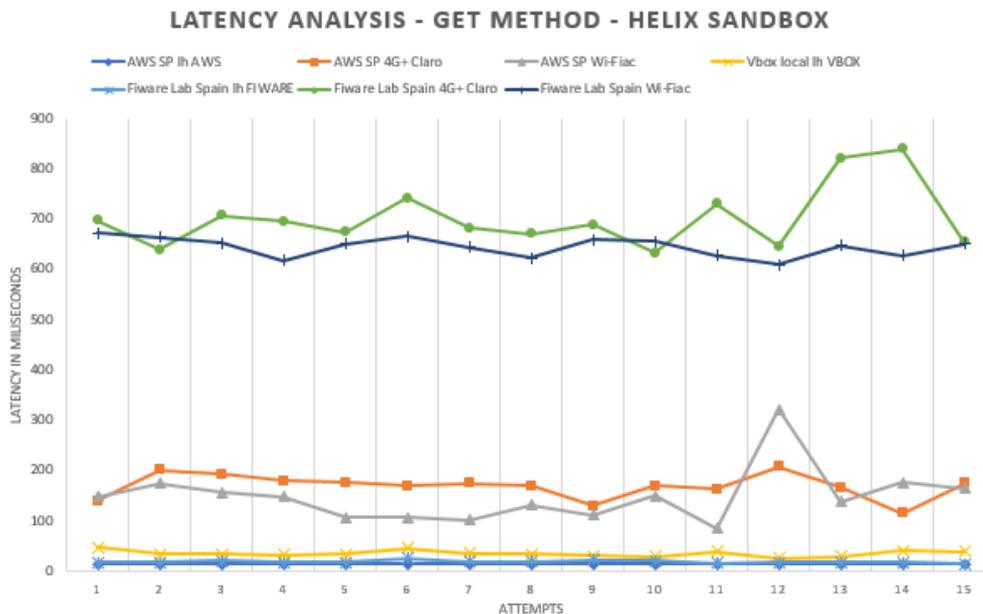
Fonte: Open Source mano.

Assim sendo, a plataforma Helix, se disponibilizada na borda da rede, é capaz de processar os dados para que a latência da comunicação seja reduzida com o objetivo de antigrir os requisitos do 5G.

Resultados

De acordo com os testes realizados com o Helix na Universidade de São Paulo, USP, foi observado que a latência possui uma dependência crítica dos recursos disponibilizados na borda da rede. O gráfico da Figura 3 demonstra o valor da latência obtido nos testes realizados.

Figura 3. Testes de Latência realizados com o Helix atuando como POD com recursos na borda da rede



A menor latência foi encontrada quando o Helix estava alocado no servidor AWS em São Paulo, com valores de latência de aproximadamente 14ms, que ainda são superiores ao requisito de 1ms de latência fim-a-fim, mas consideravelmente inferiores as outras configurações de testes executadas. Portanto, nota-se que a aplicação do Helix como POD disponibilizando recursos computacionais na borda da rede é necessária para atingir valores de latência menores e assim possibilitar aplicações URLLC. Para a continuação do desenvolvimento deste trabalho e realização de testes futuros, as camadas de comunicação do Helix serão redesenhadas para torná-las ainda mais eficientes com o objetivo de se atingir a latência fim-a-fim de 1ms.

Conclusões

O avanço da Internet das Coisas resulta na idealização de novas aplicações de tecnologia no cotidiano das pessoas, mas atualmente várias dessas aplicações carecem de uma infraestrutura que as suporte. Ainda mais dentro de um contexto de comunicação celular ubíqua e com elevada Qualidade de Experiência (Quality of Experience - QoE), o atendimento aos requisitos funcionais se torna desafiador e por isso este artigo traz uma abordagem de aplicação de uma plataforma como meio de suprir as demandas necessárias para aplicações emergentes. De acordo com os resultados, foi possível diminuir consideravelmente a latência da comunicação quando os recursos computacionais foram alocados mais próximos do dispositivo final. Deste modo, a plataforma Helix se torna uma importante ferramenta atuante para redução da latência no cenário URLLC 5G. Logo, este trabalho demonstrou como a plataforma Helix pode ser utilizada através do conceito de PoD e MEC para aprimorar o funcionamento de uma rede de comunicação celular a fim de atender os requisitos de ultra baixa latência na comunicação fim a fim entre dispositivos.

Referências

ATZORIL, L.; IERA, A.; MOBARITO, G. The internet of things: A survey. **Computer networks**, v. 54, p. 2787-2805, 2010.

ATZORIL, L.; IERA, A.; MOBARITO, G. Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. **Ad Hoc Networks**, 56, 2017. 122-140.

CABRINI, F. H. et al. Helix SandBox: An Open Platform to Fast Prototype Smart Environments Applications. **2019 IEEE 1st Sustainable Cities Latin America Conference (SCLA)**, Arequipa, p. 1-6, 2019.

CABRINI, F. H.; FILHO, F. V.; KOFUJI, S. T. Arquiteturas de Fog Computing Para Internet Das Coisas Baseadas Nas Plataformas FIWARE e HELIX. **FTT Journal of Engineering and Business**, Outubro 2019. 34-49.

FINLEY, B.; VESSELKOV, A. Cellular IoT Traffic Characterization and Evolution. **2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)**, Limerick, 2019. 622-627.

H., J. et al. Ultra-Reliable and Low-Latency Communications in 5G Downlink: Physical Layer Aspects. **IEEE Wireless Communications**, v. 25, p. 124-130, Junho 2018.

JABER, M. et al. 5G Backhaul Challenges and Emerging Research Directions: A Survey. **IEEE Access**, v. 4, p. 1743-1766, 2016.

MULAY, A. **Sustaining Moore's Law: Uncertainty Leading to a Certainty of IoT Revolution**. [S.l.]: Morgan & Claypool, 2015.

POPOVSKI, P. et al. 5G Wireless Network Slicing for eMBB, URLLC, and mMTC: A Communication-Theoretic View. **IEEE Access**, v. 6, p. 55765-55779, 2018.

SACHS, J. et al. Adaptive 5G Low-Latency Communication for Tactile Internet Services. **Proceedings of the IEEE**, v. 107, n. 2, p. 325-349, Fevereiro 2019.

SHAFI, M. et al. 5G: A Tutorial Overview of Standards, Trials, Challenges, Deployment, and Practice. **IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, v. 35, n. 6, p. 1201-1221, 2017.

SKARIN, P. et al. Towards Mission-Critical Control at the Edge and Over 5G. **2018 IEEE International Conference on Edge Computing (EDGE)**, p. 50-57, 2018.

VORA, L. J. Evolution of Mobile Generation Technology: 1G to 5G and Review of Upcoming Wireless Technology 5G. **International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER)**, p. 281-290, 2015.

Recebido em 16 de maio de 2022.

Aceito em 22 de junho de 2022.