

3º Workshop Brasil 

# AVANÇOS DA PESQUISA RUMO AO 6G: CONNECTIVIDADE DO FUTURO EM CONSTRUÇÃO



Apoio:



Realização:



3º *Workshop Brasil* 

**Núcleo da Rede 6G - Aplicações e  
Serviços Avançados**

**Prof. Kleber Vieira Cardoso**

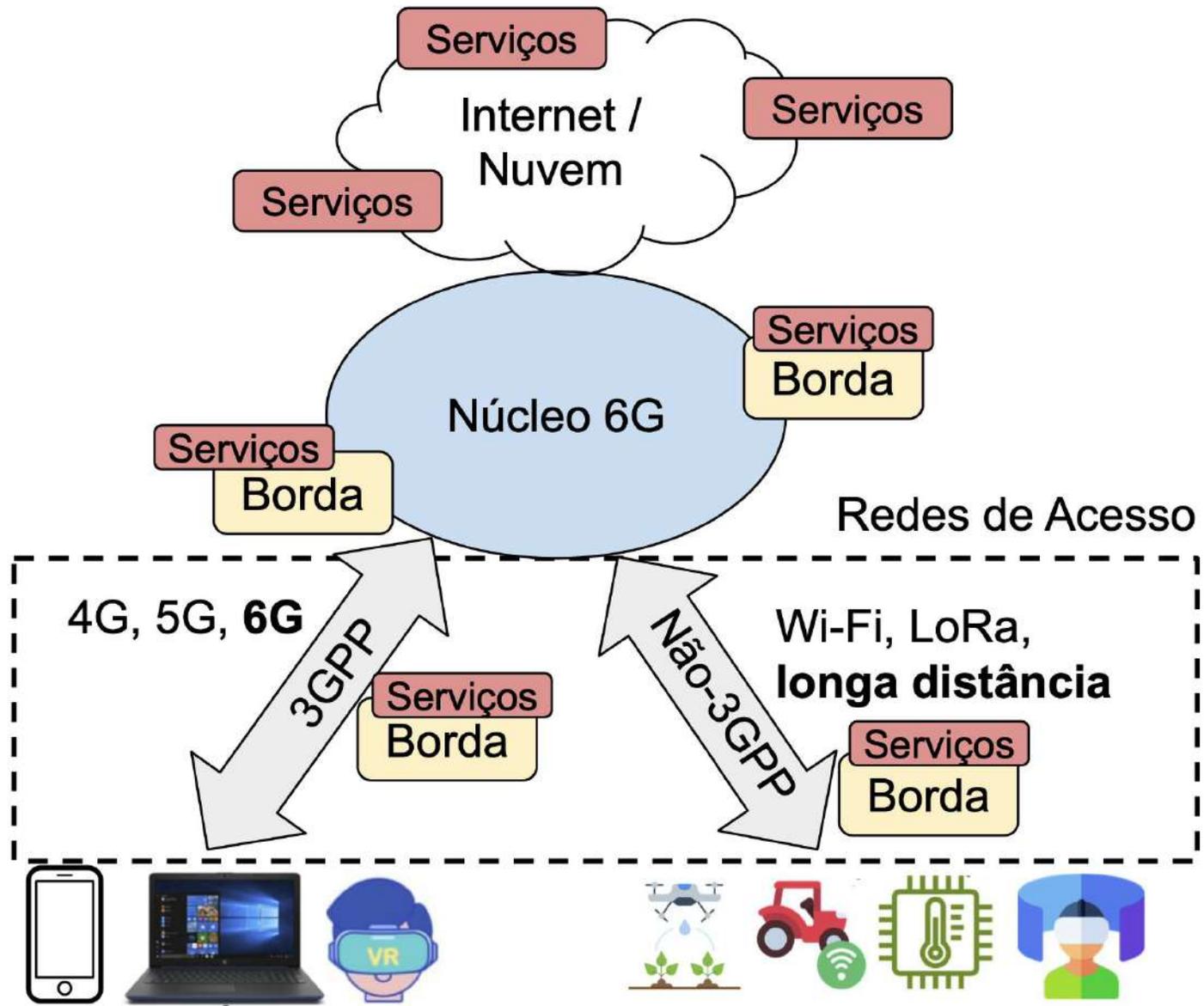
# Agenda

- **Concepção do núcleo da rede 6G**
- **Aplicações**
  - **+Tour: Recomendando Roteiros Personalizados para um Turismo Inteligente**
  - **Orquestração eficiente de tarefas, incluindo aplicações de realidade mista em infraestruturas de nuvem e borda**
- **Infraestrutura**
  - **Escalonamento de recursos de rádio inter-fatias orientado a acordos a nível de serviço aplicado à infraestrutura de atendimento a áreas remotas**
  - **APIs para redes móveis: abordagem tradicional e agentes de IA**

# Concepção do núcleo da rede 6G

- **Não apenas avanços em vazão e latência**
- **Arquitetura com foco em:**
  - **Orientação a serviços/aplicações**
    - **Atenção a verticais**
  - **Inteligência Artificial**
    - **Tanto uso quanto suporte**
  - **Integração nativa com tecnologias como virtualização, computação de borda e redes definidas por software**

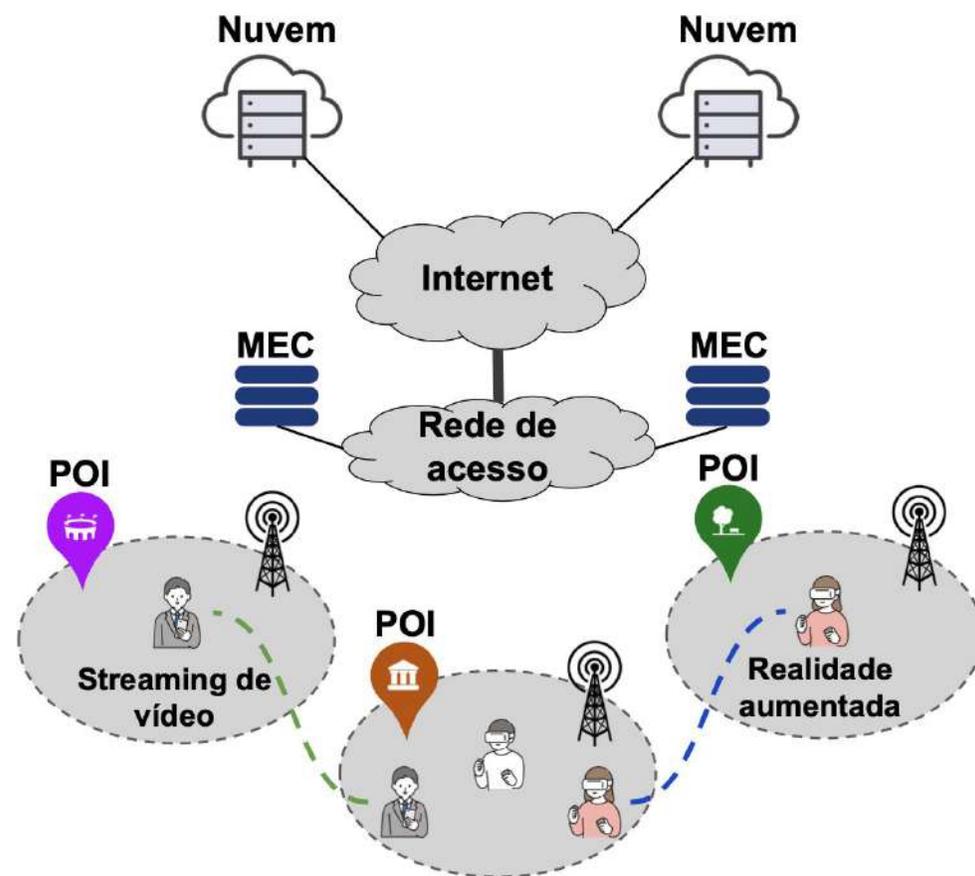
# Concepção do núcleo da rede 6G



# Aplicações: +Tour

- **Recomendação de roteiros personalizados para um Turismo Inteligente**

- **Critérios tradicionais: popularidade dos POIs interesse do usuário por determinadas categorias, restrições temporais**
- **Combinação com aplicações: redes sociais, streaming de vídeo e realidade aumentada móvel**



# Aplicações: +Tour

- Trabalho envolveu formalização do problema e coleta e caracterização de dados

$$\text{maximizar } \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^{n+1} x_{i,j} Prof_u(v_i)$$

$$\text{minimizar } \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^{n+1} x_{i,j} Cost_u(v_i, v_j)$$

sujeito a:

$$0 < \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^{n+1} Cost_u(v_i, v_j) x_{i,j} \leq b_u,$$

$$\sum_{j=1}^{n+1} x_{0,j} = \sum_{i=0}^n x_{i,n+1} = 1,$$

$$\sum_{i=0}^n x_{i,r} = \sum_{j=1}^{n+1} x_{r,j} \leq 1, \forall r = 1, \dots, n,$$

$$2 \leq pos(v_i) \leq n + 1, \forall i = 1, \dots, n + 1,$$

$$pos(v_i) - pos(v_j) + 1 \leq n(1 - x_{i,j}), \forall i, j = 1, \dots, n + 1$$

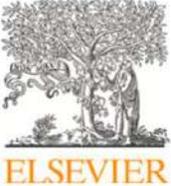
Cidade	País	Continente	Fotos	Usuários
Atenas	Grécia	Europa	5026	291
Barcelona	Espanha	Europa	13654	782
Budapeste	Hungria	Europa	8090	573
Edimburgo	Escócia	Europa	20620	879
Glasgow	Escócia	Europa	8172	367
Londres	Inglaterra	Europa	48519	2198
Madri	Espanha	Europa	20881	577
Melbourne	Austrália	Oceania	15255	626
Nova Déli	Índia	Asia	2961	186
Osaka	Japão	Asia	5306	279
Perth	Austrália	Oceania	2503	99
Toronto	Canadá	América do Norte	30267	846
Viena	Itália	Europa	22432	704
<b>13 cidades</b>	<b>10 países</b>	<b>4 continentes</b>	<b>203686</b>	<b>8407</b>

# Aplicações: +Tour

- **Ganhos na experiência de usuário (UE) e na eficiência na alocação de recursos (AE)**

Todos os comprimentos das sequências															
	Sobrecarga elevada					Sobrecarga média					Sobrecarga baixa				
	LO	ME	OS	PE	TO	LO	ME	OS	PE	TO	LO	ME	OS	PE	TO
+T AE	0.653	0.794	0.584	0.514	0.672	0.746	0.911	0.687	0.602	0.797	0.872	0.942	0.798	0.718	0.874
RA AE	0.649	0.731	0.552	0.461	0.657	0.744	0.852	0.665	0.579	0.793	0.869	0.885	0.791	0.704	0.870
<b>Ganho AE</b>	<b>0.67%</b>	<b>8.64%</b>	<b>5.67%</b>	<b>11.47%</b>	<b>2.29%</b>	<b>0.32%</b>	<b>6.95%</b>	<b>3.24%</b>	<b>3.88%</b>	<b>0.49%</b>	<b>0.27%</b>	<b>6.41%</b>	<b>0.80%</b>	<b>2.03%</b>	<b>0.53%</b>
+T UE	0.106	0.119	0.106	0.135	0.134	0.114	0.131	0.121	0.153	0.152	0.125	0.135	0.138	0.176	0.165
RA UE	0.103	0.085	0.084	0.099	0.123	0.112	0.097	0.108	0.137	0.151	0.124	0.101	0.132	0.171	0.163
<b>Ganho UE</b>	<b>2.25%</b>	<b>40.6%</b>	<b>25.7%</b>	<b>35.6%</b>	<b>8.85%</b>	<b>1.19%</b>	<b>35.5%</b>	<b>12.2%</b>	<b>11.2%</b>	<b>0.84%</b>	<b>1.08%</b>	<b>33.7%</b>	<b>4.42%</b>	<b>2.81%</b>	<b>0.94%</b>
Sequências maiores que 3															
+T AE	0.904	0.863	0.843	0.840	0.845	0.937	0.952	0.917	0.901	0.932	0.941	0.990	0.952	0.949	0.982
RA AE	0.868	0.642	0.603	0.482	0.756	0.917	0.749	0.751	0.756	0.908	0.921	0.796	0.906	0.914	0.954
<b>Ganho AE</b>	<b>4.15%</b>	<b>34.3%</b>	<b>39.7%</b>	<b>74.2%</b>	<b>11.8%</b>	<b>2.18%</b>	<b>27.1%</b>	<b>22.2%</b>	<b>19.2%</b>	<b>2.57%</b>	<b>2.17%</b>	<b>24.4%</b>	<b>5.05%</b>	<b>3.77%</b>	<b>2.91%</b>
+T UE	0.538	0.355	0.419	0.640	0.565	0.555	0.379	0.472	0.726	0.625	0.560	0.389	0.480	0.789	0.654
RA UE	0.519	0.231	0.254	0.389	0.500	0.544	0.261	0.357	0.619	0.617	0.549	0.273	0.441	0.775	0.645
<b>Ganho UE</b>	<b>3.70%</b>	<b>53.4%</b>	<b>65.1%</b>	<b>64.2%</b>	<b>12.9%</b>	<b>2.04%</b>	<b>45.2%</b>	<b>32.2%</b>	<b>17.3%</b>	<b>1.22%</b>	<b>2.02%</b>	<b>42.8%</b>	<b>8.90%</b>	<b>1.80%</b>	<b>1.41%</b>

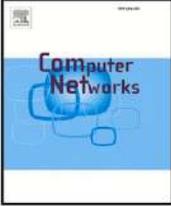
# Aplicações: +Tour



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Computer Networks

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/comnet](http://www.elsevier.com/locate/comnet)



## +Tour: Recommending personalized itineraries for smart tourism

João Paulo Esper<sup>a</sup> ,\*, Luciano de S. Fraga<sup>b</sup> , Aline C. Viana<sup>c</sup>, Kleber Vieira Cardoso<sup>b</sup> ,  
Sand Luz Correa<sup>b</sup> 

<sup>a</sup> Computer Science Department (DCC), Federal University of Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 31270-901, Brazil

<sup>b</sup> Institute of Informatics (INF), Federal University of Goiás (UFG), Goiânia, 74690-900, Brazil

<sup>c</sup> Inria Saclay Île-De-France, 1 Rue Honoré d'Estienne d'Orves, Palaiseau, 91120, France

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Travel itinerary recommendation  
Next-generation touristic services  
Multi-access edge computing  
Advanced mobile networks

### ABSTRACT

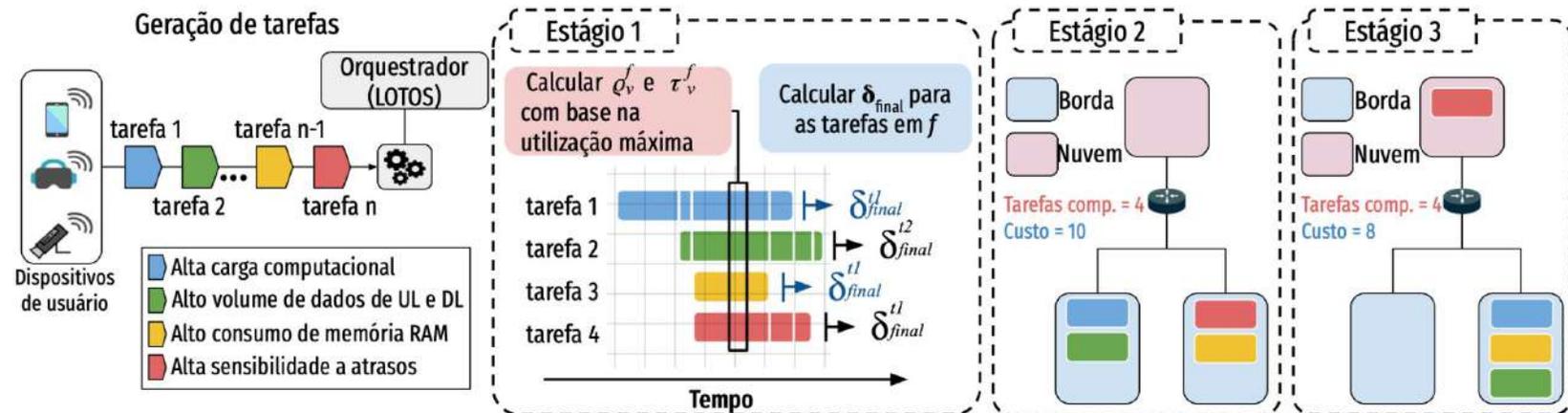
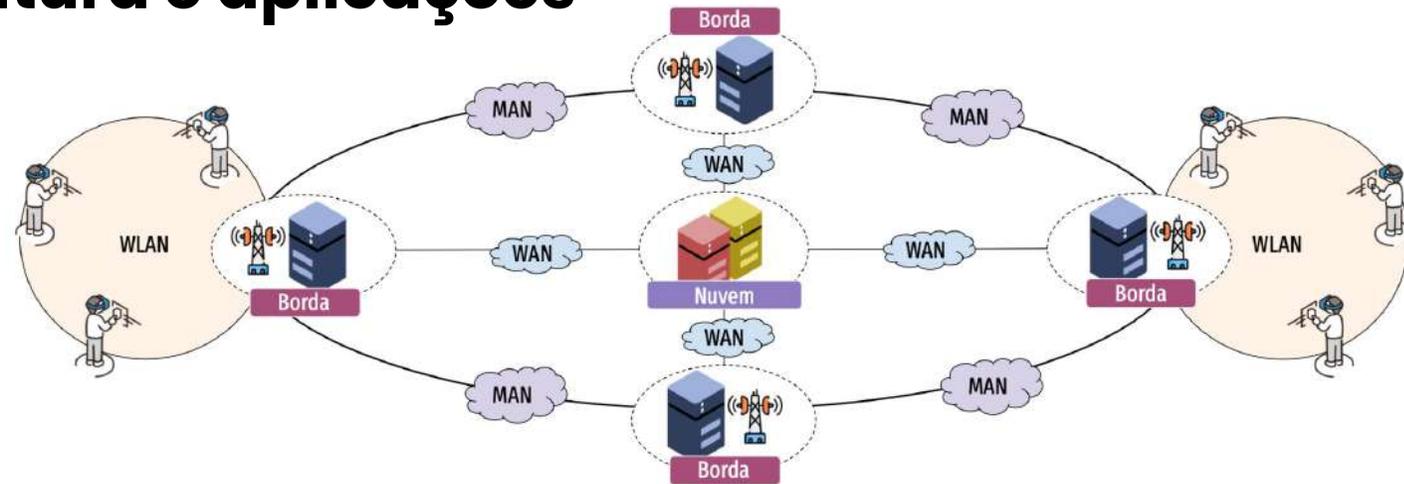
Next-generation touristic services will rely on the advanced mobile networks' high bandwidth and low latency and the Multi-access Edge Computing (MEC) paradigm to provide fully immersive mobile experiences. As an integral part of travel planning systems, recommendation algorithms devise personalized tour itineraries for individual users considering the popularity of a city's Points of Interest (POIs) as well as the tourist preferences and constraints. However, in the context of next-generation touristic services, recommendation algorithms should also consider the applications (e.g., social network, mobile video streaming, mobile augmented reality) the tourist will consume in the POIs and the quality in which the MEC infrastructure will deliver such applications. In this paper, we address the joint problem of recommending personalized tour itineraries for tourists and efficiently allocating MEC resources for advanced touristic applications. We formulate an optimization problem that maximizes the itinerary of individual tourists while optimizing the resource allocation at the network edge. We then propose an exact algorithm that quickly solves the problem optimally, considering instances of realistic size. Using a real-world location-based photo-sharing database, we conduct and present an exploratory analysis to understand preferences and users' visiting patterns. Using this understanding, we propose a methodology to identify user interest in applications. Finally, we evaluate our algorithm using this dataset. Results show that our algorithm outperforms a modified version of a state-of-the-art solution for personalized tour itinerary recommendation, demonstrating gains up to 11% for resource allocation efficiency and 40% for user experience. In addition, our algorithm performs similarly to the modified state-of-the-art solution regarding traditional itinerary recommendation metrics.

# Aplicações: Orquestração eficiente de tarefas

- **Aplicações ou serviços avançados (e.g., Realidade Mista) competem por recursos com contrapartes tradicionais**
  - **Desafio: decompor e priorizar adequadamente as tarefas que compõem os serviços**
  - **Recursos de computação e comunicação devem ser levados em conta**
  - **Conhecimento sobre as aplicações e integração com a infraestrutura são fundamentais**

# Aplicações: Orquestração eficiente de tarefas

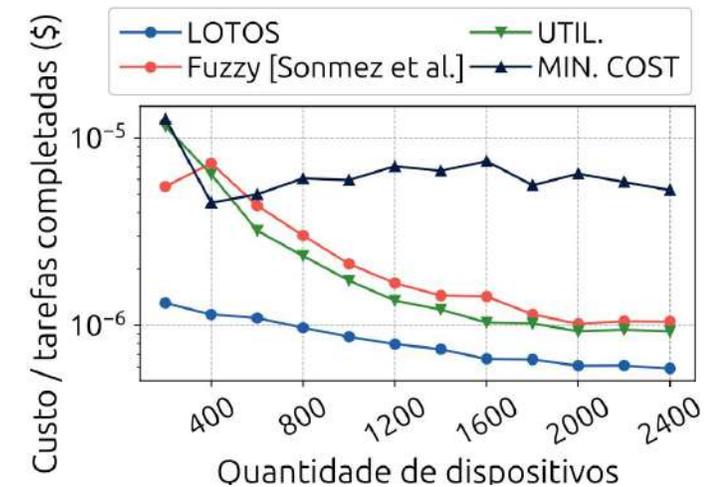
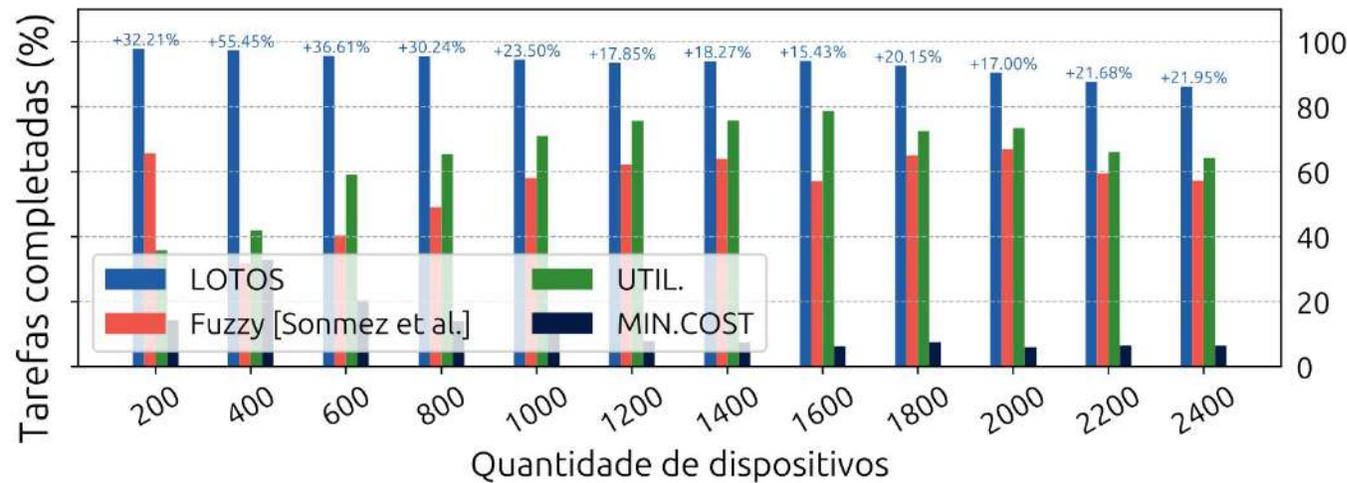
## • Infraestrutura e aplicações





# Aplicações: Orquestração eficiente de tarefas

- **Ganhos na quantidade de tarefas efetivamente completadas e no custo**



# Aplicações: Orquestração eficiente de tarefas

INÍCIO / TODAS AS EDIÇÕES /  
2025: ANAIS DO XLIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS /  
Artigos Completos

## Efficient Task Orchestration Including Mixed Reality Applications in a Combined Cloud-Edge Infrastructure

**Luciano de S. Fraga**

UFG

<https://orcid.org/0009-0005-9815-5987>

**Leizer de L. Pinto**

UFG

<https://orcid.org/0000-0001-8750-5228>

**Kleber V. Cardoso**

UFG

<https://orcid.org/0000-0001-5152-6323>

DOI: <https://doi.org/10.5753/sbrc.2025.5905>

### RESUMO

Mixed Reality (MR) is establishing itself as one of the most prominent immersive applications, enabled by advanced computing and communication infrastructures that must deliver high throughput, low latency, and high reliability simultaneously. To meet the stringent requirements of MR applications, while balancing competition with less demanding workloads and varying operational costs, cloud and edge computing resources must be efficiently orchestrated. Despite extensive research on task offloading, key aspects such as accurately modeling MR demand and incorporating adequate infrastructure cost remain underexplored. In this work, we formalize the resource allocation problem and introduce LOTOS (Local Optimal Task Orchestration Solution), a novel approach that efficiently orchestrates multiple workloads, including MR applications. Through simulations using EdgeCloudSim, a load generator based on real MR application traces, and the real-world cloud and edge platform costs, we demonstrate the effectiveness of LOTOS. Compared to a widely cited approach in the literature, LOTOS achieves over 15% more successfully completed tasks while reducing costs by up to 8 times.

Palavras-chave: Edge computing, Cloud computing, Mixed reality, Task orchestration, Resource allocation, Optimization

PDF (ENGLISH)

PUBLICADO

19/05/2025

COMO CITAR

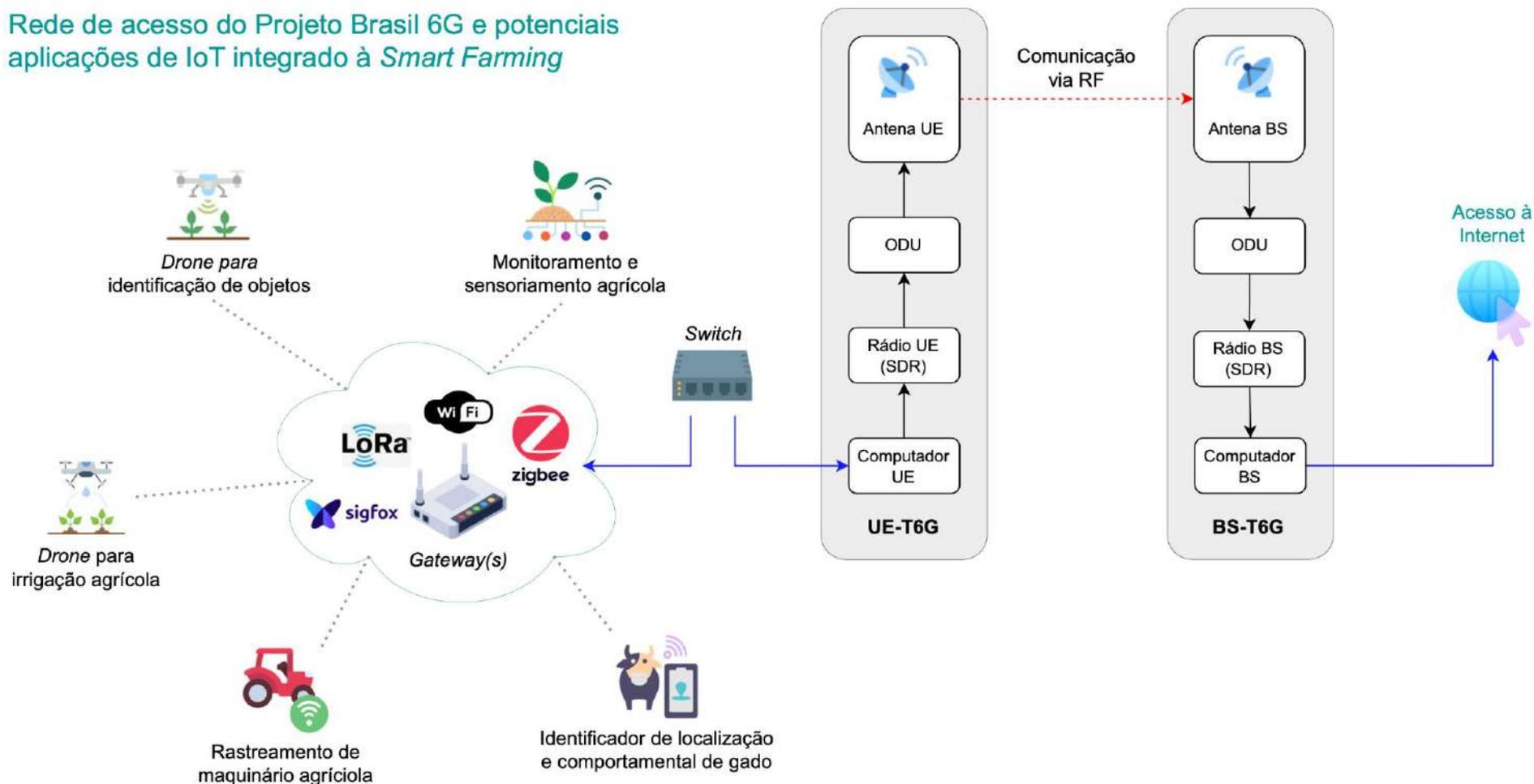
SELECIONE UM FORMATO

[ABNT](#)  
[ACM](#)  
[APA](#)  
[BibTeX](#)  
[CBE](#)  
[EndNote - formato Macintosh & Windows](#)  
[IEEE](#)  
[MLA](#)  
[ProCite - formato RIS \(Macintosh & Windows\)](#)  
[RefWorks](#)  
[Turabian](#)  
[Reference Manager - formato RIS \(somente para Windows\)](#)

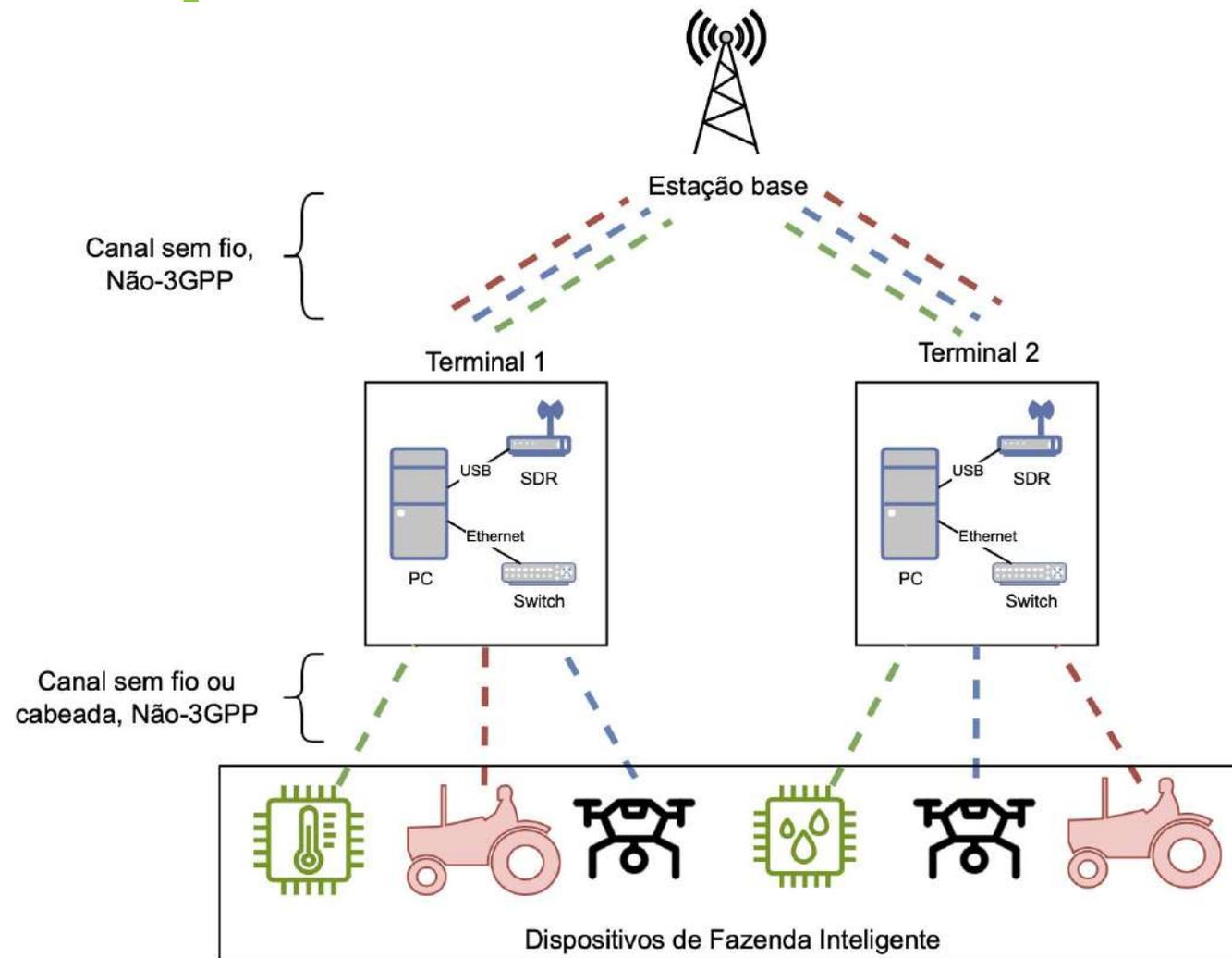
FRAGA, Luciano de S.; PINTO, Leizer de L.; CARDOSO, Kleber V.. Efficient Task Orchestration Including Mixed Reality Applications in a Combined Cloud-Edge Infrastructure. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), 43. , 2025, Natal/RN. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025 . p. 294-307. ISSN 2177-9384. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbrc.2025.5905>.

# Infraestrutura: Escalonamento de recursos para áreas remotas

Rede de acesso do Projeto Brasil 6G e potenciais aplicações de IoT integrado à *Smart Farming*

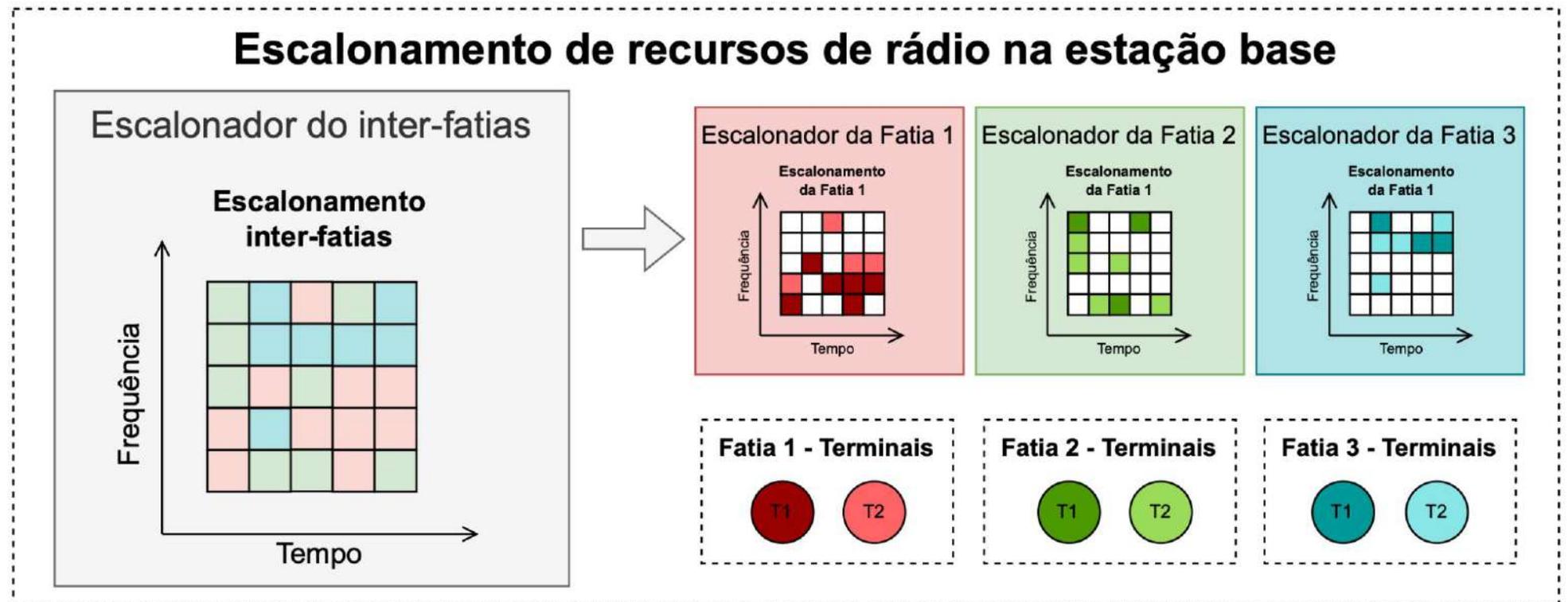


# Infraestrutura: Escalonamento de recursos para áreas remotas



# Infraestrutura: Escalonamento de recursos para áreas remotas

- **Importante: introduzir o fatiamento de rede (*network slicing*) no escalonamento de recursos de rádio**



# Infraestrutura: Escalonamento de recursos para áreas remotas

- **Estratégia**
  - **Identificar parâmetros de configuração e métricas**
  - **Criar abordagem para desacoplar desenvolvimento de algoritmos de escalonamento e o mecanismo de alocação**
  - **Formalizar o problema para encontrar solução ótima**
  - **Desenvolver abordagem heurística**
  - **Integrar as implementações**
  - **Realizar experimentos em laboratório**
  - **Realizar experimentos em ambiente real**
  - **Publicar resultados**

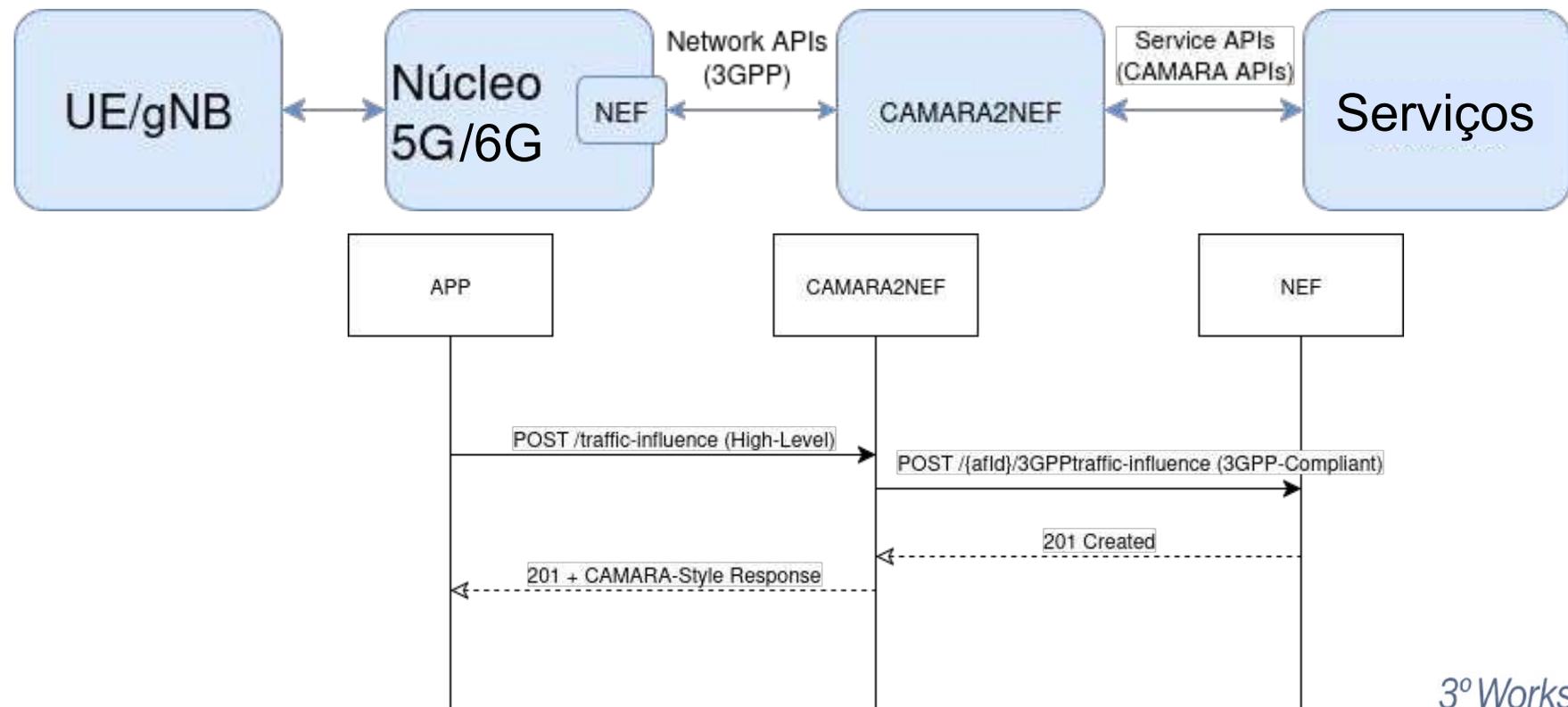
# Infraestrutura: APIs para redes móveis

- **Transformação de capacidades da rede para APIs de serviço**
  - **APIs fáceis de consumir para clientes sem especialidade em telecom**
  - **Integração entre aplicações e a rede**



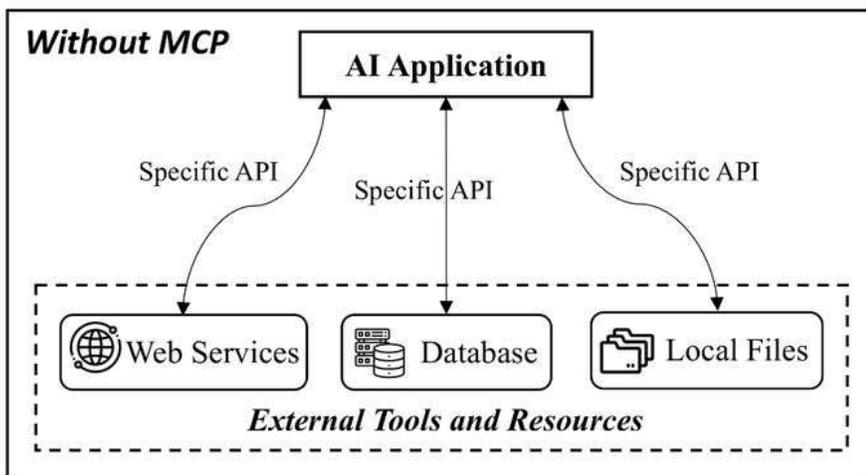
# Infraestrutura: APIs para redes móveis

- **PoC: UE+RAN emulada, núcleo 3GPP aberto, gateway mínimo (uma API: Traffic Influence), caso de uso**

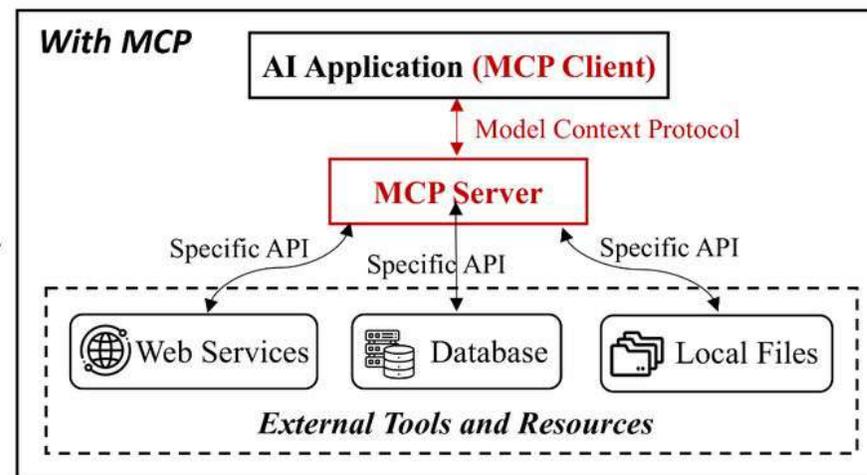


# Infraestrutura: APIs para redes móveis

- **APIs tradicionais não são adequadas para agentes de IA: dependem de muito intervenção manual**
  - Autenticação customizada, transformação de dados, tratamento de erros
- **Potencial solução: Model Context Protocol (MCP)**
  - Qual é o impacto?
  - Onde implementar (CAMARA vs. NEF)?



vs.



# Resumo

- **Qual é a principal motivação para a pesquisa que foi realizada na atividade?**
  - **Identificar como o núcleo 6G pode habilitar aplicações e serviços avançados**
  - **Identificar requisitos que o núcleo 6G deverá atender para habilitar aplicações e serviços avançados**

# Resumo

- **Por que esta pesquisa é relevante no contexto de Redes 6G?**
  - **Porque mostra os benefícios que aplicações e serviços avançados podem ter ao se integrarem com as Redes 6G, chamando a atenção para oportunidades e desafios**

# Resumo

- **Qual é o impacto esperado destes resultados nas futuras redes móveis?**
  - **Maior oferta de aplicações e serviços avançados através de um ecossistema que integre adequadamente os seus participantes (provedores de infraestrutura, provedores de serviços, verticais, usuários, ...)**



# Obrigado!

- [kleber@ufg.br](mailto:kleber@ufg.br)
- Também apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), projeto número 306283/2025-5

3º Workshop Brasil 

# AVANÇOS DA PESQUISA RUMO AO 6G: CONNECTIVIDADE DO FUTURO EM CONSTRUÇÃO



Apoio:



Realização:

