

Cerise

**CENTRO DE EXCELÊNCIA EM REDES INTELIGENTES
SEM FIO E SERVIÇOS AVANÇADOS - UFG**

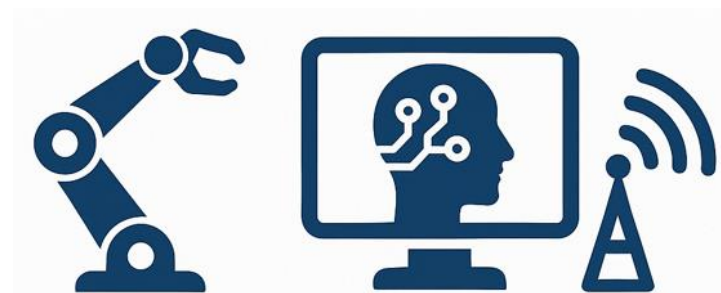
HADES5G

Proposta: (**H**eterogeneous **A**utonomous **D**igital-twin **E**cosystem **S**ervices 5G):
Operações Críticas com Robôs Autônomos Geolocalizados Integrados a
Gêmeos Digitais

Proponente: CERISE/UFMG

Coordenador: Prof. Flávio Henrique Teles Vieira

Apresentador: Prof. Flávio Geraldo Coelho Rocha



O que é o HADES5G?

O HADES5G é uma proposta que viabiliza a colaboração Humano-Robô utilizando conectividade 5G.

As bases para a proposta são:

- ❑ Gêmeo digital
- ❑ Geolocalização
- ❑ Fatiamento de rede

Caso de Uso: Sistema Integrado de Monitoramento para Agricultura 4.0



Ambiente Inicial Controlado para o Caso de Uso

Campus Samambaia da UFC



Ambiente Inicial Controlado para o Caso de Uso

Sede Campestre da ADUFG



Ambiente Inicial Controlado para o Caso de Uso

Sede Campestre da ADUFG



Interessada no caso de uso: Embrapa Arroz e Feijão

- Fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão em Santo Antônio de Goiás (GO), uma área de 20 hectares



Carta de Interesse da Embrapa Arroz e Feijão

Carta de Interesse

A Embrapa Arroz e Feijão, instituição atuante no setor agropecuário e de pesquisa aplicada, manifesta seu interesse institucional nos resultados técnicos e tecnológicos do projeto "HADES 5G (Heterogeneous Autonomous Digital-twin Ecosystem Services 5G): Operações Críticas com Robôs Autônomos Geolocalizados Integrados a Gêmeos Digitais", apresentado pelo CERISE/UFG (Centro de Excelência em Redes Inteligentes Sem Fio e Serviços Avançados), que propõe a integração de redes 5G Open RAN, drones e gêmeos digitais aplicados a cenários do Agro 4.0, com destaque para resultados envolvendo a integração de dados de sensores IoT à infraestrutura 5G Open RAN.

O projeto demonstra alinhamento com desafios atuais do setor agroindustrial, especialmente no que se refere a:

- conectividade de baixa latência e alta confiabilidade em áreas produtivas extensas;
- monitoramento, controle remoto e automação de operações críticas;
- utilização de tecnologias digitais avançadas para aumento de eficiência, rastreabilidade e segurança operacional.

Nesse contexto, a Embrapa Arroz e Feijão reconhece o potencial dos resultados do projeto HADES 5G para aplicação futura em ambientes agropecuários e agroindustriais reais.

Ressalta-se que o presente interesse não implica, neste momento, compromisso financeiro ou contratual, estando eventual parceria, cooperação técnica ou adoção de resultados condicionada à análise dos produtos desenvolvidos, bem como à negociação dos termos relacionados à propriedade intelectual, transferência de tecnologia e modelos de exploração econômica, conforme a legislação vigente e as políticas institucionais das partes envolvidas.

Adicionalmente, a Embrapa Arroz e Feijão poderá colocar à disposição instalações e áreas agrícolas para a realização de testes, validações e demonstrações do projeto, caso tal colaboração seja considerada pertinente pelas partes.

Carta de Interesse da Embrapa Arroz e Feijão

Atenciosamente,

ALINE PEREIRA DE OLIVEIRA

Chefe-Adjunta de Transferência de Tecnologia da Embrapa Arroz e Feijão



Documento assinado eletronicamente por **Aline Pereira de Oliveira, Chefe-Adjunto**, em 26/02/2026, às 13:59, conforme art. 6º, parágrafo 1º do Decreto 8.539, de 8 de outubro de 2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.sede.embrapa.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **13246407** e o código CRC **16873ADC**.

Caso de Uso: Sistema Integrado de Monitoramento para Agricultura 4.0

Descrição Sistêmica do Caso de Uso



- Open5GS como núcleo de rede (5GC);
- As funções de O-CU e O-DU serão implementadas por meio da pilha **srsRAN**, enquanto a O-RU operará com divisão funcional 7.2x, em conformidade com as especificações da O-RAN Alliance.
- UEs: AGVs (terrestres e/ou aéreos)
- Outros componentes conectados: câmeras, sensores de umidade do solo, temperatura, umidade do ar, luminosidade (Decagon EC-5, SHT31 / SHT35, Apogee SQ-520) e atuadores do tipo PLC;

Caso de Uso: Sistema Integrado de Monitoramento para Agricultura 4.0

Descrição Operacional do Caso de Uso



- A inteligência da rede com foco no fatiamento da rede será estendida por meio de xApps executadas no controlador inteligente da RAN em tempo quase real (near-RT RIC). Para essa função de rede será utilizado o FlexRIC. **Objetivo: priorizar tráfego de sensores e atuadores.**
- O gêmeo digital (GD) será implementado como uma arquitetura integrada, que utiliza MQTT para comunicação assíncrona de baixa latência, e softwares como Eclipse Ditto, Kafka. **Objetivo: monitorar e controlar o ambiente de operação no campo.**
- Geolocalização: fusão de 5G positioning (baseada em medições do parâmetro multidimensional Channel State Information - CSI do sinal 5G) com dados dos sensores embarcados em veículos. **Objetivo: viabilizar a localização dos componentes.**

Caso de Uso: Sistema Integrado de Monitoramento para Agricultura 4.0

Descrição Operacional do Caso de Uso



- ROS 2: robôs terrestres e/ou drones enviam dados pela rede 5G;
- Para o mapeamento do ambiente e a localização do robô, utiliza-se pacotes como o **Nav2** e **Slam Toolbox**, fundindo dados (data fusion) de odometria, IMU e o 5G Positioning para navegar com precisão entre as linhas de plantio.
- **Gateway** para integração de **dispositivos NB-IoT** e Rede 5G;
- Tarefas rotineiras através do stack do NAV2. Mas ao detectar situação indesejada, aciona **módulo de segurança**.

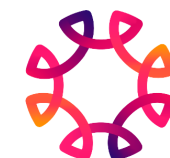
Resultados esperados do HADES5G



Como resultados do caso de Uso, espera-se obter:

- ✓ Ecossistema baseado em gêmeo digital que viabilize o controle de áreas no campo usando rede 5G.
- ✓ xApp que viabilize a priorização do tráfego crítico do ecossistema citado.

Equipe CERISE



Cerise
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM REDES INTELIGENTES
SEM FIO E SERVIÇOS AVANÇADOS - UFG

Obrigado

Coordenador: Prof. Dr. Flávio Henrique
Teles Vieira

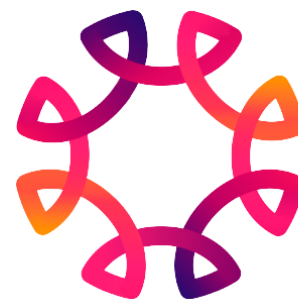
flavio_vieira@ufg.br

Apresentador: Prof. Dr. Flávio Geraldo
Coelho Rocha

flaviogcr@ufg.br

Escola de Engenharia Elétrica,
Mecânica e de Computação (EMC)

Site: www.cerise.ufg.br



Cerise

CENTRO DE EXCELÊNCIA EM REDES INTELIGENTES
SEM FIO E SERVIÇOS AVANÇADOS - UFG