

# FUTEBOL - Federated Union of Telecommunication Research Facilities for an EU-Brazil Open Laboratory

## EQUIPE

**Coordenador no Brasil:**  
Cristiano Bonato Both  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
(Unisinos)

**Coordenador na União Europeiaia**  
Luis DaSilva  
Trinity College Dublin, Irlanda

## PARCEIROS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Intel Brasil  
Digitel S.A. Indústria Eletrônica

Trinity College Dublin, Irlanda  
Imec, Bélgica  
University of Bristol, Reino Unido  
VTT Oy, Finlândia  
Instituto de Telecomunicações, Portugal  
Intel Mobile

## SITE

<http://www.ict-futebol.org.br/>

## CONTATO

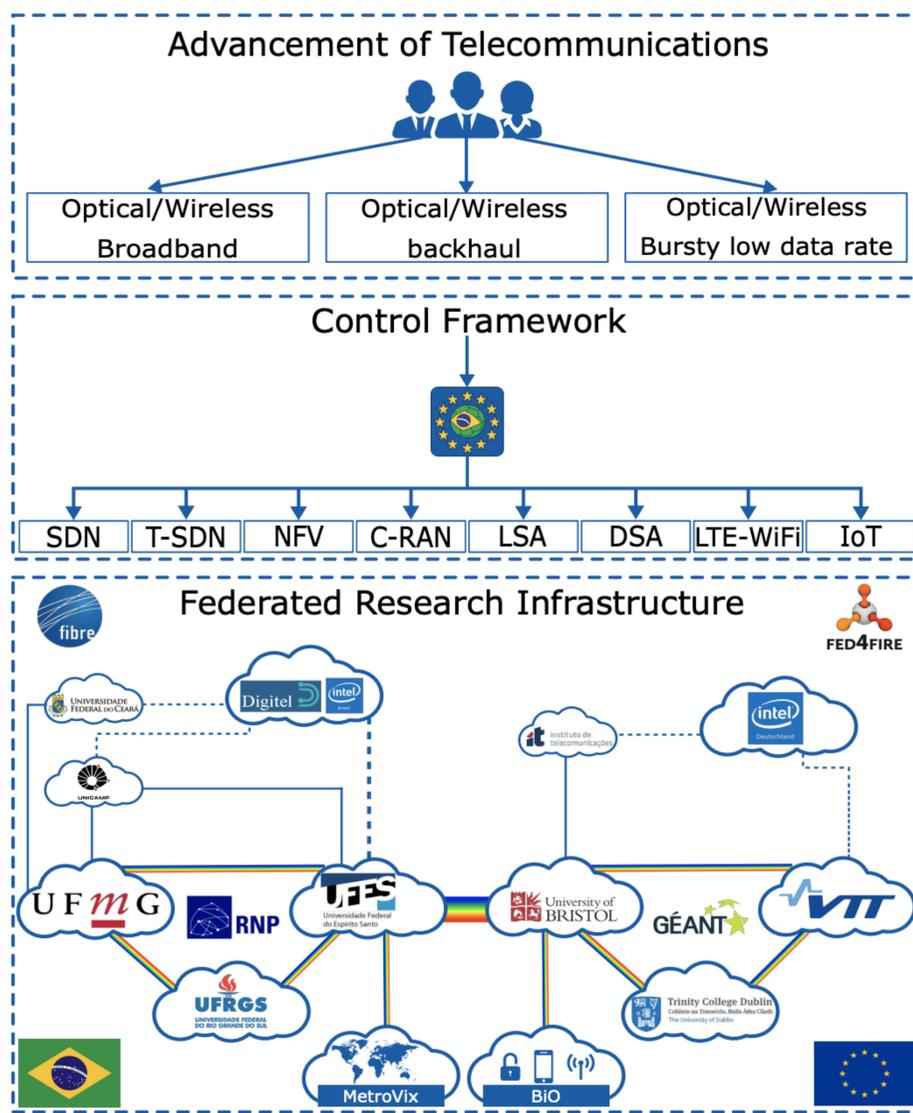
[ict-futebol@connectcentre.ie](mailto:ict-futebol@connectcentre.ie)



## DESCRIÇÃO

O objetivo do projeto FUTEBOL é desenvolver e implantar infraestruturas de pesquisa, bem como as ferramentas de controle associadas para permitir experimentação, na Europa e no Brasil, a fim de fomentar a pesquisa experimental no ponto de convergência entre as redes ópticas e sem fio.

Grande progresso tem sido feito nos últimos anos no desenvolvimento de infraestruturas de pesquisa federadas em telecomunicações na Europa, através do programa FIRE. Mais recentemente, o projeto FIBRE permitiu a interconexão de instalações de pesquisa através de fibra óptica na Europa e no Brasil. No entanto, pesquisas na área de telecomunicações continuam largamente segregadas entre redes ópticas e sistemas sem fio, sendo que raramente pesquisadores cruzam a fronteira entre os dois. Argumenta-se neste projeto que as necessidades dos sistemas de telecomunicações futuros, seja para aplicações de altas taxas de dados em dispositivos móveis inteligentes, comunicações entre máquinas e Internet das Coisas, ou requisitos de *backhaul* decorrentes do adensamento das redes celulares, exigem o *co-design* das redes de acesso sem fio e os *backhails* e *backbones* ópticos. O projeto FUTEBOL visa o desenvolvimento de um framework de controle convergente para a experimentação em redes sem fio e ópticas e a implantação deste framework em instalações de pesquisa federadas em ambos os lados do Atlântico.



A figura a anterior ilustra a natureza em camadas do projeto FUTEBOL que segue uma abordagem top-down da infraestrutura de pesquisa adaptado às necessidades dos pesquisadores. As pesquisas relacionadas à rede sem fio envolvem novas modalidades de acesso ao espectro e proliferação de pequenas células para atender o aumento da demanda da rede móvel. Enquanto na rede óptica, NFV (*Network Functions Virtualization*) e o conceito de SDN (*Software-Defined Network*) são considerados para o gerenciamento dos recursos da rede.

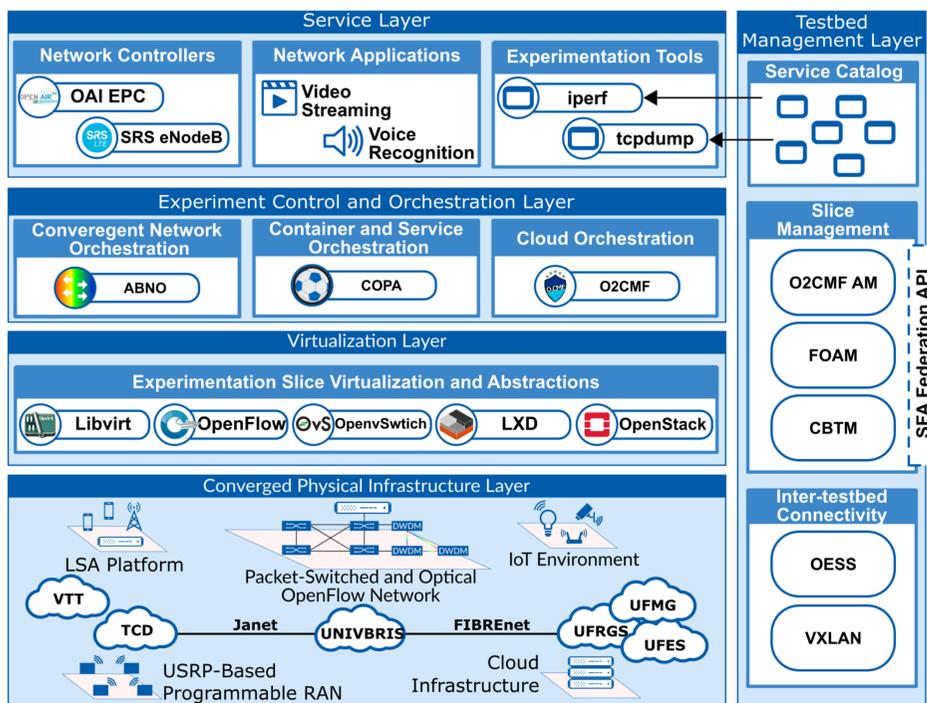
A infraestrutura e o framework de controle criados no projeto FUTEBOL serão federados de acordo com princípios desenvolvidos no programa de FIRE e as instalações nos dois continentes interligados através de infraestrutura implantada pelo projeto FIBRE.

Para execução deste projeto aprovado na 3ª Chamada Coordenada Brasil-União Europeia em Tecnologias da Informação e Comunicação foi formado um consórcio envolvendo universidades e empresas brasileiras e europeias, incluindo cinco parceiros na Europa e sete no Brasil.

Ao longo do curso de 3 anos do projeto diversos são os resultados esperados relacionados às suas atividades, incluindo a construção de infraestruturas federadas, demonstrações e showcases, publicações de artigos científicos, realização de reuniões e workshops com agências reguladoras e de padronização.

Chegando ao final do terceiro ano do projeto, os objetivos inicialmente propostos já foram atingidos, como a federação de testbeds no Brasil (UFRGS, UFMG, UFC, UFES) e na Europa (TCD, UnivBris, VTT), abertura dos testbeds a seis experimentadores externos independentes, e desenvolvimento e apresentação dos experimentos propostos pelo projeto. Além disso, o framework de controle desenvolvido foi expandido com novos recursos e ferramentas, como é o caso do COPA (*Container Orchestrator and Provisioning Architecture*), que fornece ao experimentador uma interface amigável para a gerência e o monitoramento de containers.

## Framework de Controle e Experimentos do Projeto



Framework de controle desenvolvido no projeto FUTEBOL para convergência Óptico-Wireless

### A CONTROL FRAMEWORK FOR OPTICAL-WIRELESS CONVERGENT EXPERIMENTATION:

O framework de controle do projeto foi desenvolvido com o objetivo de permitir aos experimentadores uma maneira coordenada de reservar e orquestrar recursos óptico e wireless, especialmente considerando o ponto de convergência dos dois domínios. Uma série de experimentos foi realizada durante o projeto utilizando os recursos providos por estas ferramentas.

### HETEROGENEOUS WIRELESS-OPTICAL NETWORK MANAGEMENT WITH SDN AND VIRTUALIZATION:

O objetivo deste experimento é mostrar a adaptação dinâmica de redes sem fio/ópticas integradas, considerando o acesso sem fio, acesso óptico e metro/core. Para o gerenciamento das redes heterogêneas sem fio/ópticas, consideram-se o uso de tecnologias como SDR (Software-Defined Radio), PON (Passive Optical Network), SDN e mecanismos de virtualização.

### REAL-TIME REMOTE CONTROL OF ROBOTS OVER A WIRELESS-OPTICAL SDN-ENABLED INFRASTRUCTURE:

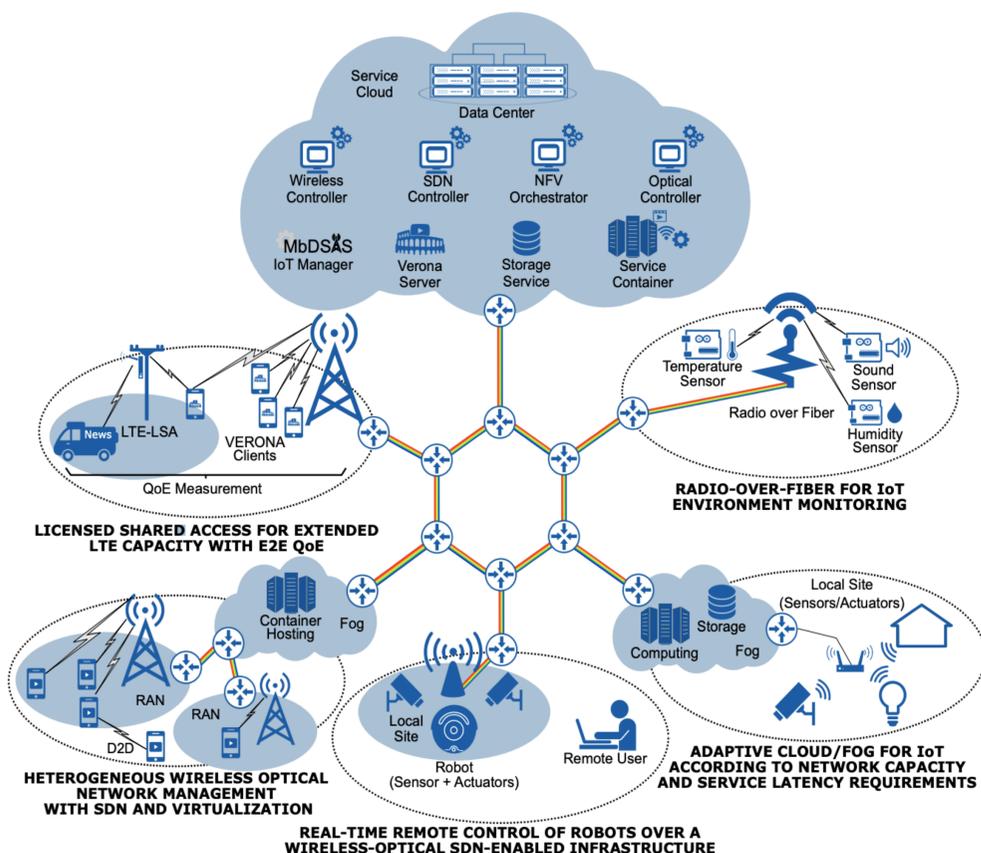
Este experimento visa avaliar o impacto das tecnologias como SDN e computação na Cloud aplicados em sistemas que executam aplicações em tempo real com baixa latência de E2E e requisitos de banda larga. Por exemplo, para o suporte a serviços de robótica (ex., assistência robótica, localização e/ou navegação de robôs) será requerido a integração óptica/sem fio e a rede do data center testada neste tipo de cenários.

### ADAPTIVE CLOUD/FOG FOR IOT ACCORDING TO NETWORK CAPACITY AND SERVICE LATENCY REQUIREMENTS:

Nas redes convergentes, a computação na Cloud/fog torna-se fundamental para que os dispositivos móveis e aplicativos de IoT (*Internet of Things*) atendam os requisitos de QoS (*Quality of Service*), incluindo baixa latência e tempo de resposta. Assim, este experimento visa avaliar a computação da Cloud/fog que envolve implantações IoT em um ambiente óptico/sem fio.

### RADIO-OVER-FIBER FOR IOT ENVIRONMENT MONITORING:

Este experimento visa desenvolver um sistema de RoF (Radio over Fiber) para monitoramento de temperatura, ruído e umidade em um campus universitário utilizando uma infraestrutura óptica. Desta forma, pretende-se avaliar o desempenho de diferentes protocolos multi-hop e a eficiência das tecnologias RoF e Digital-RoF.



Experimentos e showcases do projeto FUTEBOL

Este projeto é financiado pela iniciativa H2020 da União Europeia para pesquisa, desenvolvimento tecnológico e demonstrações sob o acordo de concessão no. 688941 (FUTEBOL), bem como pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil através da RNP e do CTIC.