



PROJETO OPENRAN@BRASIL – FASE 1

META 6 – DISSEMINAÇÃO, CAPACITAÇÃO E INOVAÇÃO

Relatório da Atividade:

A6.3 – Realizar ações de P&D com as universidades

Relatório do Processo de Acompanhamento dos Projetos

Maio

2024

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução..... | 3 |
| 1.1. Objetivos do Relatório | 4 |
| 1.2. Estrutura do Relatório..... | 4 |
| 2. Grupos de Trabalho | 5 |
| 2.1. Cronograma de Entregas..... | 6 |
| 2.2. Progresso das Entregas | 8 |
| 2.3. Panorama de Acompanhamento dos GTs..... | 9 |
| 2.4. Atividades Auxiliares | 12 |
| 3. Ações Futuras | 12 |

1. Introdução

Na última década, as infraestruturas de rede se desenvolveram seguindo uma forte tendência em direção ao software em ambiente de nuvem, o que traz enormes benefícios, assim como diversos desafios. A softwarização facilita a programabilidade dos elementos de rede assim como a virtualização dos seus recursos, permitindo a alocação dinâmica e o particionamento da rede em fatias logicamente isoladas. Por sua vez, tais características impulsionam o desenvolvimento de componentes de software, principalmente controladores e orquestradores, que permitem gerenciar o ciclo de vida dessas fatias de rede, assim como das aplicações e serviços a elas associadas, de forma totalmente programática. Essa orquestração quando realizada de forma completamente automatizada facilita enormemente a operação unificada da infraestrutura de rede, aumentando a flexibilidade, diminuindo a complexidade, reduzindo custos e evitando erros humanos. Essa softwarização foi impulsionada pelo surgimento do paradigma SDN (*Software-Defined Networking*).

O conceito de SDN, que inicialmente foi aplicado no âmbito de data centers, recentemente vem sendo também utilizado nos domínios óptico e sem fio nas redes de comunicações das prestadoras de serviços, assim, permitindo que um controlador SDN orquestre elementos da rede óptica, tais como: transponders, comutadores ópticos, amplificadores, etc., além de elementos de redes sem fio, tal como é o caso das redes baseadas na arquitetura open RAN. Para que seja possível, os equipamentos devem ser programáveis, permitindo que suas configurações sejam alteradas dinamicamente através de uma determinada interface. Essa programabilidade aliada à flexibilidade das redes ópticas elásticas atuais permitem otimizar o uso de recursos como, por exemplo, o espectro de frequências ópticas e rádio, aumentando a capacidade dessas redes.

O projeto OpenRAN@Brasil tem como objetivo a pesquisa e o desenvolvimento de software para a construção de uma plataforma de código aberto para o controle e gerenciamento de infraestruturas de rede programáveis compostas por equipamentos abertos e desagregados, ou seja, construídos a partir da integração de múltiplos componentes fornecidos por diferentes fabricantes de hardware e software. Por isso, a necessidade de construção de um *testbed* baseado nessas tecnologias é imprescindível para o oferecimento de um “*playground*” de recursos para experimentadores e para a execução dos casos de uso previstos no projeto.

No âmbito do projeto, a Meta 6, denominada “Disseminação, Capacitação e Inovação”, tem como objetivo disseminar o conhecimento adquirido durante a execução do projeto, bem como, divulgar os resultados obtidos no desenvolvimento e execução de testes e nos casos de uso no *testbed*. Além da propagação de conhecimento e resultados, nesta meta é esperada que seja feita a capacitação de profissionais de TI e engenheiros de rede nas tecnologias e paradigmas abordados por este projeto. Ademais, esta meta também deverá realizar ações de P&D com as universidades e ações de inovação com o ambiente de startups. Por fim, também é esperado o acompanhamento de grupos de software de código aberto e padronizações (ex. IETF, ETSI, ITU, ONF, LNF, entre outros) e a participação em eventos acadêmicos e do mercado relacionados ao tema SDN.

Abaixo estão as atividades previstas dentro do escopo da Meta 6:

- Atividade 6.1 – Realizar ações de disseminação
- Atividade 6.2 – Realizar ações de capacitação
- Atividade 6.3 – Realizar ações de P&D com as universidades
- Atividade 6.4 – Realizar ações de inovação com as startups

Este relatório é um dos entregáveis semestrais da Meta 6 do Projeto OpenRAN@Brasil, desenvolvido pela RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa) em parceria com o CPQD (Centro de

Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) e UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas).

1.1. Objetivos do Relatório

O propósito deste relatório é apresentar o acompanhamento da execução das propostas de Grupos de Trabalho selecionados até **maio de 2024**. As propostas de Grupos de Trabalho foram aprovadas em um processo seletivo, cujo objetivo era escolher projetos destinados a evoluir ou adicionar novas funcionalidades ao Testbed do Programa OpenRAN@Brasil. De acordo com o cronograma descrito na PU (Projeto de Utilização), para este período está previsto a entrega de um dos relatórios da Atividade 6.3 (“Realizar ações de P&D com as universidades”), este documento é denominado de “Relatório Semestral de Acompanhamento dos Projetos Selecionados”.

1.2. Estrutura do Relatório

O documento é composto de quatro seções, que estão listadas abaixo:

- **Seção I – Introdução**

Seção introdutória cujo objetivo é contextualizar as motivações e o cenário tecnológico que foram o fio condutor para elaboração deste projeto. Este capítulo também apresenta o que é o Programa OpenRAN@Brasil, além de explicar o propósito deste material.

- **Seção II – Grupos de Trabalho**

Nesta seção serão apresentados os Grupos de Trabalho escolhidos pela Chamada Pública e o conjunto de ações que estes devem realizar. Este segmento está estruturado da seguinte forma:

- **Cronograma de Atividades** – Apresenta o horizonte de ações necessárias que os GTs devem realizar ao longo de sua execução para que seja realizada a sua entrega.
- **Progressos das Entregas** – Fornece uma visão do avanço das entregas realizadas pelas equipes dos GTs.
- **Panorama de Acompanhamento dos GTs** – Apresenta uma visão com a evolução dos pacotes de trabalho propostos pelos GTs.
- **Atividades Auxiliares** – Lista um conjunto de ações que foram realizadas para oferecer suporte na execução dos GTs.

- **Seção III – Ações Futuras**

Seção destinada para listar as atividades que serão realizadas para auxiliar na execução dos GTs.

2. Grupos de Trabalho

A Chamada Pública do Programa OpenRAN@Brasil selecionou ao todo 6 (seis) Grupos de Trabalho. A seguir, estão listados os grupos selecionados, acompanhados de suas descrições, em conjunto com os seus respectivos coordenadores acadêmicos e coordenadores de P&D.

| GT-AGIR: Agilidade no Gerenciamento baseado em Intenções para Refinamento de Níveis de Serviço | |
|---|---|
| Coordenador Acadêmico: | Dianne Medeiros (UFF - Universidade Federal Fluminense) |
| Coordenador de P&D: | Daniel Marques (RNP) |
| Descritivo: O projeto propõe um sistema de gerenciamento de rede baseado em intenção, capaz de detectar e mitigar políticas conflitantes. As intenções, expressas em linguagem natural, definem metas e indicadores de desempenho para a RAN, permitindo a especificação de acordos de nível de serviço para todos ou uma classe de usuários | |

| GT-FAIR-5G: Ferramenta para Avaliação de Incidentes de Segurança em Redes 5G | |
|--|---|
| Coordenador Acadêmico: | Iguatemi Fonseca (UFPB - Universidade Federal da Paraíba) |
| Coordenador de P&D: | Daniel Marques (RNP) |
| Descritivo: Desenvolvimento de uma ferramenta para realização de testes e práticas de segurança contra possíveis vulnerabilidades que possam atingir a estrutura de orquestração e controle do testbed do OpenRAN@Brasil. | |

| IQoS: Aplicação Inteligente para Gerenciamento e Aprimoramento de QoS em Redes OpenRAN | |
|--|---|
| Coordenador Acadêmico: | André Riker (UFPA - Universidade Federal do Pará) |
| Coordenador de P&D: | Daniel Marques (RNP) |
| Descritivo: Desenvolvimento de uma aplicação (xApp) para o Controlador Inteligente da RAN com o objetivo de otimizar a Qualidade de Serviço (QoS) do testbed através de previsões usando aprendizado de máquina | |

| | |
|---|--|
| OIRAN - Orquestrador inteligente de funções OpenRAN com garantias de alta disponibilidade e baixo consumo de energia | |
| Coordenador Acadêmico: | Djamel Sadok (UFPE - Universidade Federal de Pernambuco) |
| Coordenador de P&D: | Daniel Marques (RNP) |
| Descritivo: Desenvolvimento de um módulo de orquestração inteligente de funções virtuais e recursos de hardware com a finalidade de garantir alta disponibilidade dos serviços e o baixo consumo de energia. | |

| | |
|---|---|
| GT ORAN-QoS: Grupo de Trabalho Open RAN para QoS | |
| Coordenador Acadêmico: | Priscila Solis (UnB - Universidade de Brasília) |
| Coordenador de P&D: | Daniel Marques (RNP) |
| Descritivo: Propõe o desenvolver uma nova estratégia de otimização de handover e um framework de desenvolvimento de xApps para o Testbed OpenRAN@Brasil. Este framework, baseado em fluxo de trabalho com aprendizado de máquina, integrará a solução de handover desenvolvida, assim agilizando o desenvolvimento de novas xApps. | |

| | |
|---|---|
| Plateou - Plataforma para Orquestrar Fatiamento de Redes Open RAN como Serviço | |
| Coordenador Acadêmico: | Cristiano Both (UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos) |
| Coordenador de P&D: | Daniel Marques (RNP) |
| Descritivo: Desenvolvimento de uma plataforma para viabilizar a orquestração do fatiamento de redes Open RAN como serviço nas redes de Acesso, Transporte e Núcleo, no contexto do Testbed OpenRAN@Brasil. | |

2.1. Cronograma de Entregas

Conforme descrito na Chamada Pública, os Grupos de Trabalho realizarão 5 (cinco) entregas ao longo do período de execução. Essas entregas são compostas de 3 (três) relatórios de acompanhamento e um conjunto de documentações auxiliares para contratação de bolsistas e aquisição de equipamentos e recursos de nuvem.

Devido à repactuação do Calendário da Chamada Pública, foi necessário ajustar o período de execução dos projetos, consequentemente impactando nas datas das entregas. Neste novo cronograma ajustado, a execução dos projetos ocorrerá de **01 de novembro de 2023 até 31 outubro de 2024**.

A seguir, apresentamos o cronograma revisado.

| Ago /23 | Set /23 | Out /23 | Nov/ 23 | Dez /23 | Jan /24 | Fev /24 | Mar/ 24 | Abr /24 | Mai /24 | Jun /24 | Jul /24 | Ago /24 | Set /24 | Out /24 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| BO | E01 | E02 | INIT | | | | | R01 | | | R02 | | R03 | FIN |

BO - Reunião de Boas-Vindas

Evento onde foram apresentados os Grupos de Trabalhos aprovados. Também foi explicado quais as entregas são necessárias, o modelo de contratação de bolsistas e listadas as ferramentas disponibilizadas para a operação dos GTs.

Data: 18 de agosto de 2023

E01 - Especificação 01 - Especificação da Equipe

A primeira entrega é referente ao envio da documentação completa da equipe de bolsistas que farão a composição dos Grupos de Trabalho selecionados. Esses documentos serão utilizados no processo de contratação dos integrantes do GT através do Programa de Bolsas de P&D (<https://www.rnp.br/programadebolsasPDI>).

Data da Entrega: 03 de setembro de 2023

E02 – Especificação 02 - Detalhamento da Infraestrutura

A segunda entrega é referente ao detalhamento da infraestrutura que os GTs precisarão para executar o projeto. Esse documento utilizará como base o catálogo de equipamentos e serviços da RNP.

Data da Entrega: 01 de outubro de 2023

INT – Início da Execução dos GTs

Data: 01 de novembro de 2023

R01 – Entrega do Primeiro Relatório

Primeiro relatório de acompanhamento dos GTs. Este entregável é referente ao período de novembro de 2023 até março de 2024. As seguintes atividades deverão estar presentes neste documento:

- Cronograma de Marcos do GT revisado
- Estudos e análises realizados pelo GT
- Proposta de Protótipo do GT

Data da Entrega: 2 de abril de 2024

R02 – Entrega do Segundo Relatório

O segundo relatório é referente ao período de abril de 2024 até junho de 2024. As seguintes atividades deverão estar presentes neste documento:

- Plano de implementação
- Plano de testes

Data da Entrega: 2 de julho de 2024

R03 – Entrega do Terceiro Relatório

Relatório final que os GTs deverão fornecer. Referente ao período de julho de 2024 até setembro de 2024. Neste documento, as seguintes atividades precisarão ser apresentadas:

- Avaliação dos Resultados dos Protótipos
- Entrega da solução

Data da Entrega: 30 de setembro de 2024

2.2. Progresso das Entregas

Conforme apresentado no Calendário de Atividades, abaixo é apresentado o progresso das entregas planejadas para os GTs.

| Sigla | Atividades | AGIR | FAIR-5G | IQOS | OIRAN | ORAN-QOS | Plateau |
|------------|--|--------------------------------------|---------|------|-------|----------|---------|
| E01 | Especificação da Equipe | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Contratação dos bolsistas indicados pelos GTs na Especificação da Equipe | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| E02 | Detalhamento da Infraestrutura | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Aquisição dos equipamentos e recursos de nuvem listados pelos GTs na Especificação da Equipe | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| R01 | Primeiro Relatório de Atividades | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| R02 | Segundo Relatório de Atividades | Entrega prevista para 2 de julho | | | | | |
| R03 | Terceiro Relatório de Atividades | Entrega prevista para 30 de setembro | | | | | |

Legenda

| | |
|---------------------|---|
| Atividade realizada | ✓ |
| Atividade pendente | ✗ |

2.3. Panorama de Acompanhamento dos GTs

Nesta seção apresentaremos como está a evolução de cada um dos GTs, com base no cronograma de pacotes de trabalho proposto e nas reuniões de acompanhamento realizadas ao longo de novembro até maio.

Legenda

| | |
|-----------------------|--|
| Atividade Concluída | |
| Atividade Atrasada | |
| Atividade em Execução | |
| Atividade Planejada | |

GT AGIR

| Nov/ 2023 | Dez/ 2023 | Jan/ 2024 | Fev/ 2024 | Mar/ 2024 | Abr/ 2024 | Mai/ 2024 | Jun/ 2024 | Jul/ 2024 | Ago/ 2024 | Set/ 2024 | Out/ 2024 |
|--|--------------|--|---|--------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Levantamento de Requisitos e Softwares Open-source | | | | | | | | | | | |
| | | | Criação da base de Dados de Intenções baseada em SLA | | | | | | | | |
| | | Aprimoramento do Chatbot: Integração com aplicativos de troca de mensagens | | | | | | | | | |
| | | Aprimoramento do Chatbot: Reconhecimento de Entidades Nomeadas | | | | | | | | | |
| | | | Aprimoramento do Chatbot: Tradução para Linguagem de Intenções de Rede (NILE) | | | | | | | | |
| | | | | | Aprimoramento do Chatbot: Identificação de Sinônimos | | | | | | |
| | | Instalação do ONOS e do Intent Framework | | | | | | | | | |
| | | | Instalação SD-RAN | | | | | | | | |
| | | Aprimoramento da Aplicação do ONOS: Integração com Chatbot | | | | | | | | | |
| | | | Aprimoramento da Aplicação do ONOS: Tradução para Sintaxe em Baixo Nível | | | | | | | | |
| | | | | | Aprimoramento da Aplicação ONOS: Detecção de conflitos entre intenções | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | Avaliação das métricas de Desempenho |
| Instalação e Manutenção da Infraestrutura de Desenvolvimento e Testes. | | | | | | | | | | | | |

Comentários: Não há atrasos detectados no GT-AGIR.

GT FAIR-5G

| Nov/2023 | Dez/2023 | Jan/2024 | Fev/2024 | Mar/2024 | Abr/2024 | Mai/2024 | Jun/2024 | Jul/2024 | Ago/2024 | Set/2024 | Out/2024 |
|--|----------|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|---|----------|----------|----------|----------|
| E1: + Mapeamento de Técnico + Levantamento de Requisitos | | | | | | | | | | | |
| E2: Modelagem do perfil de vulnerabilidades | | | | | | | | | | | |
| | | E3: Desenvolvimento do FAIR-5G | | | | | | | | | |
| | | | | | | | E4: Execução de testes em ambiente controlado | | | | |
| | | | | | | | E5: Execução de testes no ambiente do OpenRAN | | | | |
| | | | | | | | E6: Execução de testes com Fatiamento | | | | |
| | | | | | | | E7: Relatório Final | | | | |

Comentários: Não há atrasos detectados no GT FAIR-5G.

GT IQOS

| Nov/2023 | Dez/2023 | Jan/2024 | Fev/2024 | Mar/2024 | Abr/2024 | Mai/2024 | Jun/2024 | Jul/2024 | Ago/2024 | Set/2024 | Out/2024 |
|-------------------------------|----------|--|----------|----------|--|----------------------|----------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| Verificação do estado da arte | | | | | | | | | | | |
| Levantamento de Requisitos | | | | | | | | | | | |
| | | Desenvolvimento de funcionalidades básicas do xApp | | | | | | | | | |
| | | | | | Desenvolvimento do modelo de Aprendizado de Máquina (AM) | | | | | | |
| | | | | | | Adaptar AM para xApp | | | | | |
| | | | | | | | | Teste da xApp em ambiente emulado | | | |
| | | | | | | | | Validação do xApp no testbed | | | |
| | | | | | | | | Avaliação resultados | | | dos |

| | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|------------------------------|--|--|------------------------------|--|--|------------------------------|--|
| | executada no ambiente experimental. | | | | | | | | |
| | | Implantação do experimento 1 | | | | | | | |
| | | | Testes de validação e avaliação do experimento 1 | | | | | | |
| | | | | | Implantação do experimento 2 | | | | |
| | | | | | | Testes de validação e avaliação do experimento 2 | | | |
| | | | | | | | | Implantação do experimento 3 | |
| | | | | | | | | | Testes de validação e avaliação do experimento 3 |

Comentários: O GT Plateau sofreu atrasos pois não teve acesso imediato ao testbed, que ainda estava sendo disponibilizado. Durante esse período o GT estudou outras tecnologias. Atualmente, estes atrasos são considerados gerenciados, com previsão do GT acessar o testbed em maio.

2.4. Atividades Auxiliares

Com o objetivo de auxiliar na execução dos GTs, foram realizadas ações complementares. A seguir, são listadas essas atividades:

- **Integração dos GTs com o Testbed**

Objetivo: Essa ação consiste na realização de reuniões com os GTs para levantar os requisitos técnicos necessários para a criação de ambientes de desenvolvimento no testbed OpenRAN@Brasil. Além disso, durante esses encontros, foram identificados outros encaminhamentos que permitirão a atuação desses grupos no ambiente de experimentação.

3. Ações Futuras

Como o intuito de auxiliar a execução dos GTs, estão planejadas as seguintes ações:

| |
|--|
| Reuniões periódicas com a equipe técnica do Testbed OpenRAN@Brasil |
| Estes encontros com a equipe técnica terão como finalidade ajustar os ambientes de experimentação às necessidades dos GTs. Também fornecerão orientações sobre as tecnologias disponíveis e as possibilidades dentro do contexto do testbed. |
| Previsão: junho de 2024 |

Histórico de alterações do documento consolidado

| Data de emissão | Versão | Descrições das alterações realizadas |
|-----------------|--------|--------------------------------------|
| 24/05/2024 | 1 | Primeira versão do documento |

Execução e aprovação

Elaborado por:

Daniel de Arêa Leão Marques

Revisado por:

Aprovado por:

Data da emissão: 24/05/2024