

Conectando ideias, antecipando o futuro:
inovação colaborativa para as redes 5G e 6G.

II WORKSHOP

Internacional do xGMobile

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
em redes 5G e 6G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa
em Agricultura

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

From Static Slicing to Network Slicing as a Service

Cristiano Bonato Both
Gustavo Zanatta Bruno

Inatel/UNISINOS

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Italo em Redes 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPPI
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO**

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Mini CV

Full professor in the Applied Computing Graduate Program at the University of Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)



Coordinator of the project “A New Minimum Common Base for NovaGenesis and NSaaS: Advancing Cyber-Physical Infrastructures with Blockchain and AI Functions” of xGMobile



Gustavo Zanatta Bruno is a postdoctoral researcher at (xGMobile Project) Inatel, Brazil



His research spans infrastructure automation, 5G, B5G, O-RAN, and cloud computing



Realização:

xGMobile
Centro de Computação EMORAPI
Inatel em Rios de Janeiro

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPPI
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Agenda

- Mobile Networks, basic Concepts
 - Background
 - Demo: Network Slicing Static
- The evolution of 5G Network Customization
 - Related Work
 - Network Slicing as a Service Platform
 - Demo: Network Slicing as a Service
- Work in progress

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Italo em Redes 4G e 5G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPPI
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Mobile Networks, basic Concepts

Realização:

xG Mobile
Centro de Competência xG Mobile
Foco em Redes 4G e 5G

Inatel

FAPEMIG

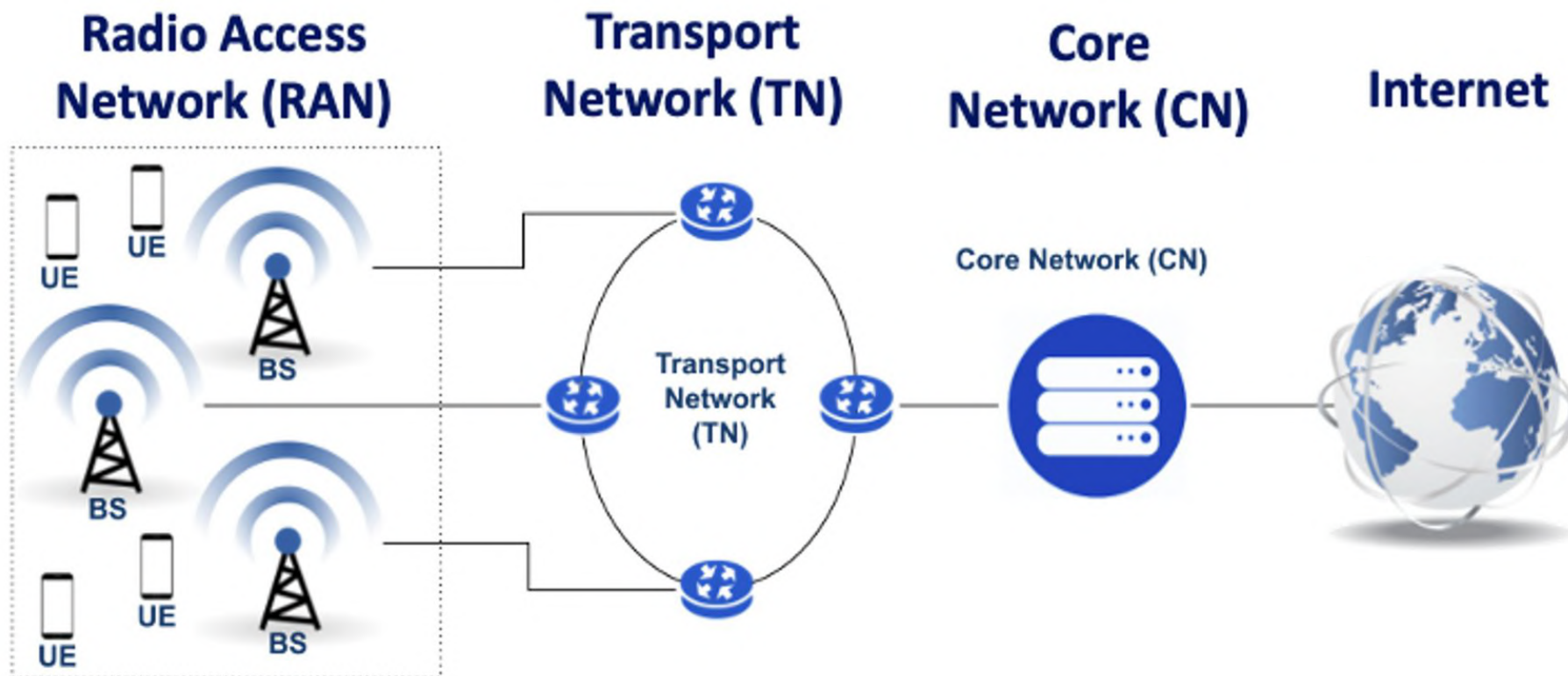
EMBRAPPI
Empreendedorismo e Inovação

GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Background



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Radio em Redes 4G e 5G

Inatel

FAPEMIG

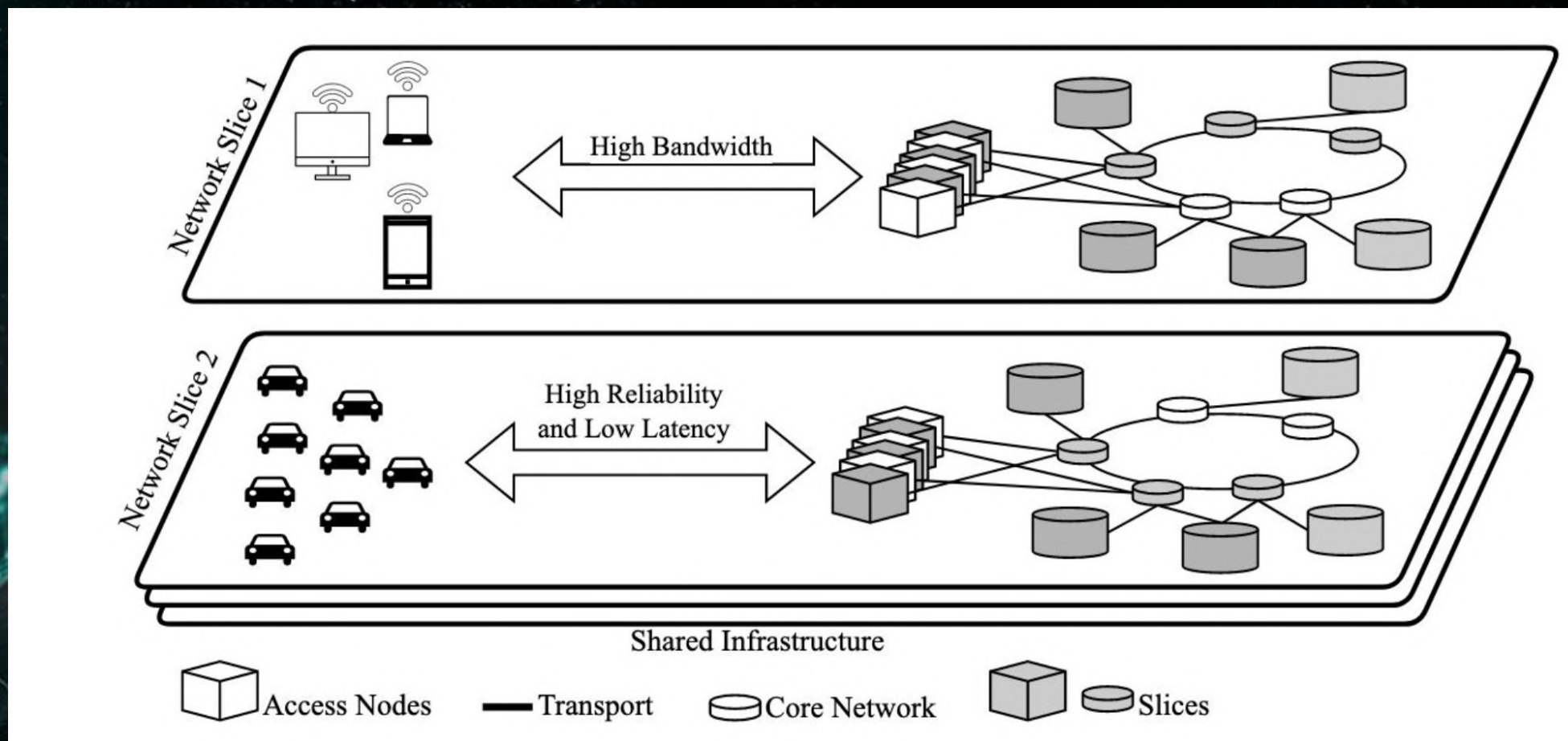
EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Background



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Itaú em Redes 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

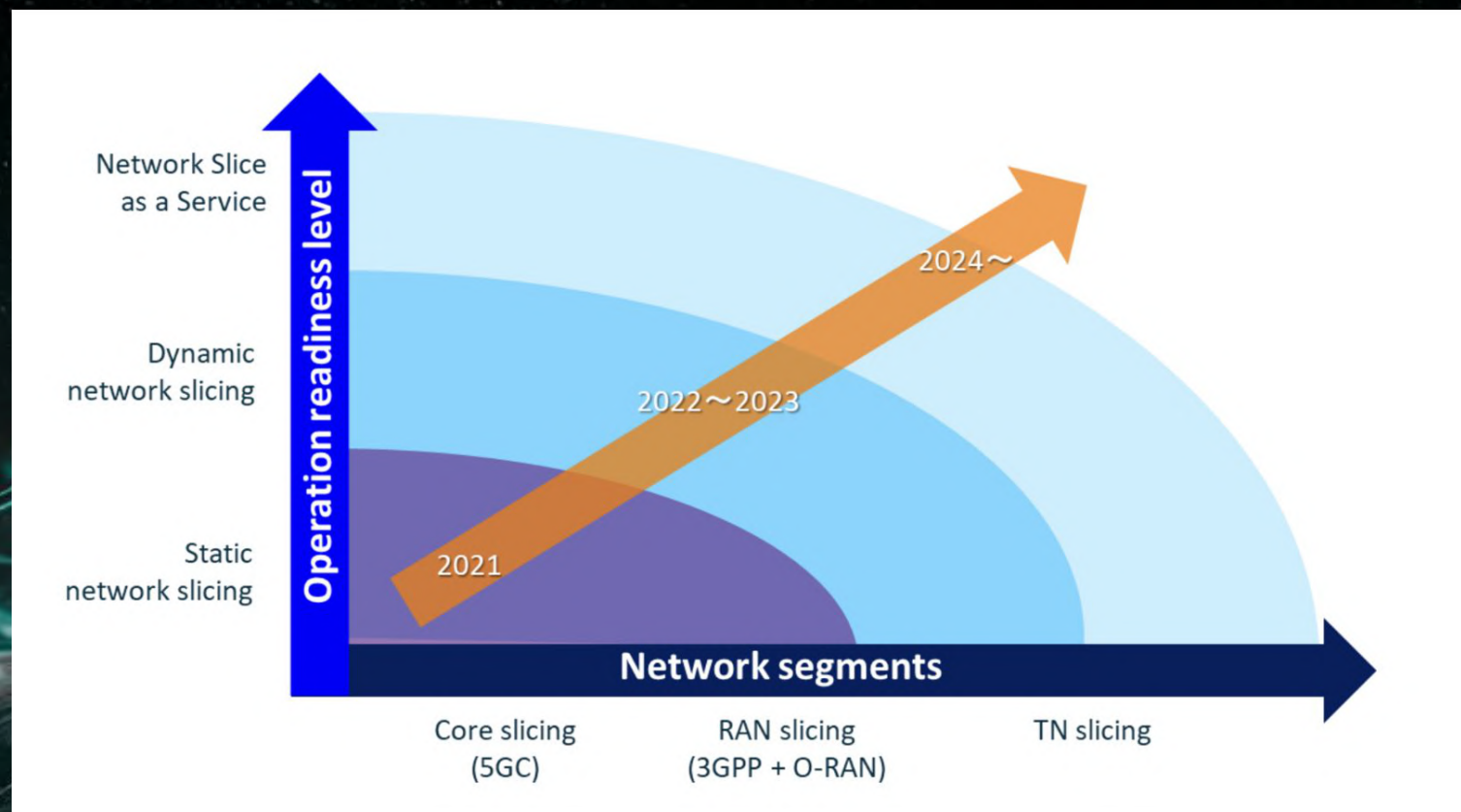
EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Background



GSMA NG.127, Jun 2021

GSMA NG.127, Jun 2021

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Italo em Rios (C&I e IA)

Inatel

FAPEMIG

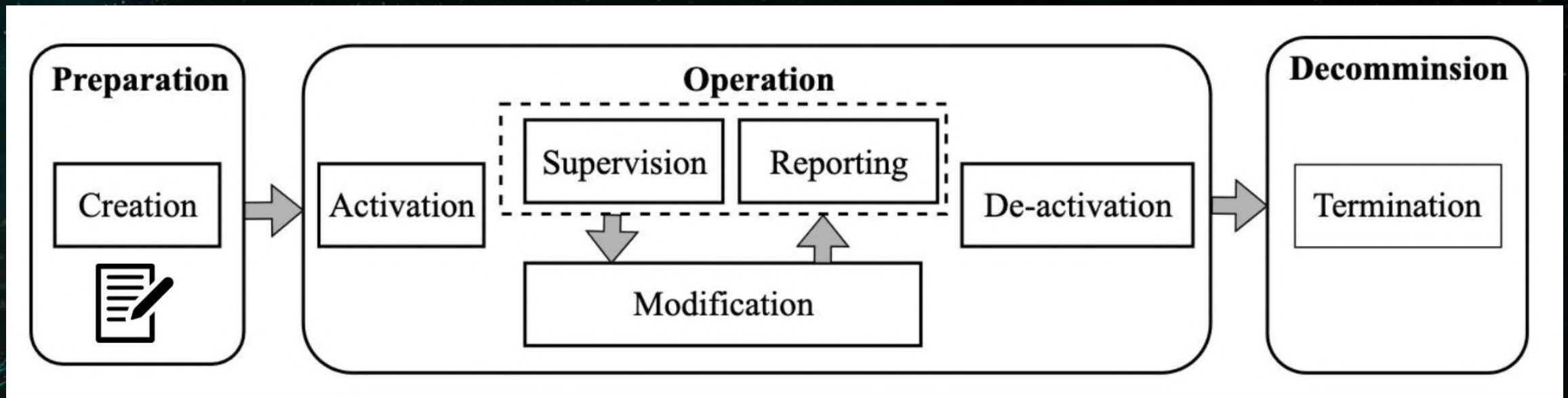
EMBRAPPI
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Network slicing life cycle



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Italo em Redes 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

100
 90
 80
 70
 60
 50
 40
 30
 20
 10
 0



xG Mobile
Centro de Competência EMORAPI
Instalado em Roteador 3G e 4G

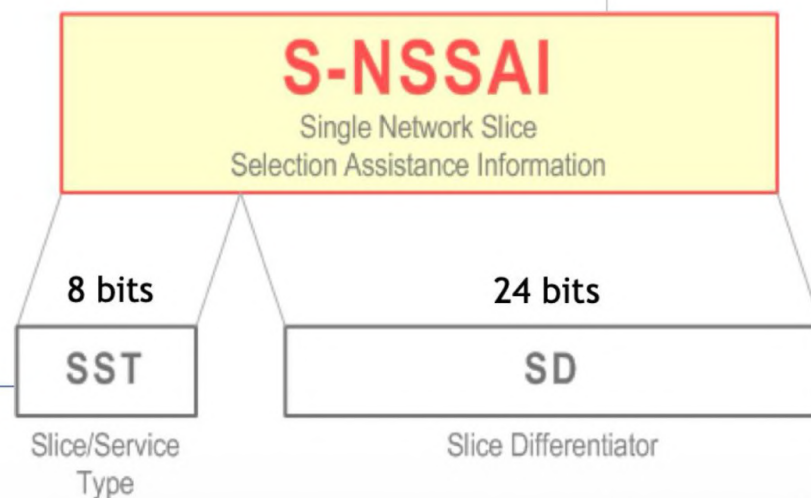


GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

100

- **Network Slice Type (NEST):** a standardized grouping of requirements that defines what the slice actually does
- The S-NSSAI is the pointer and the NEST is the contract



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length
226	57.000932	gNB	AMF	NGAP	
228	57.128034	AMF	gNB	NGAP	
276	69.087926	gNB	AMF	NGAP/NAS-5GS	
350	69.317556	AMF	gNB	NGAP/NAS-5GS	
373	70.367019	gNB	AMF	NGAP/NAS-5GS	
404	70.528377	AMF	gNB	NGAP/NAS-5GS	
407	71.620085	gNB	AMF	NGAP/NAS-5GS	

```

v InitialUEMessage
  v protocolIEs: 5 items
    > Item 0: id-RAN-UE-NGAP-ID
    v Item 1: id-NAS-PDU
      v ProtocolIE-Field
        id: id-NAS-PDU (38)
        criticality: reject (0)
      v value
        v NAS-PDU: 7e004179000d0134f255000000000000000301001002e04f0
          v Non-Access-Stratum SGS (NAS)PDU
            v Plain NAS Message
              Extended protocol discriminator: 5G mobility management
              0000 .... = Spare Half Octet: 0
              .... 0000 = Security header type: Plain NAS message
              Message type: Registration request (0x41)
              > SGS registration type
              > NAS key set identifier
              > SGS mobile identity
              > SGMM capability
              > UE security capability
            v NSSAI - Requested NSSAI
              Element ID: 0x2f
              Length: 5
              v S-NSSAI 1
                Length: 4
                Slice/service type (SST): 1
                Slice differentiator (SD): 66051
              > SGS update type
          Item 2: id-UserLocationInformation
          > Item 3: id-RRCEstablishmentCause

```

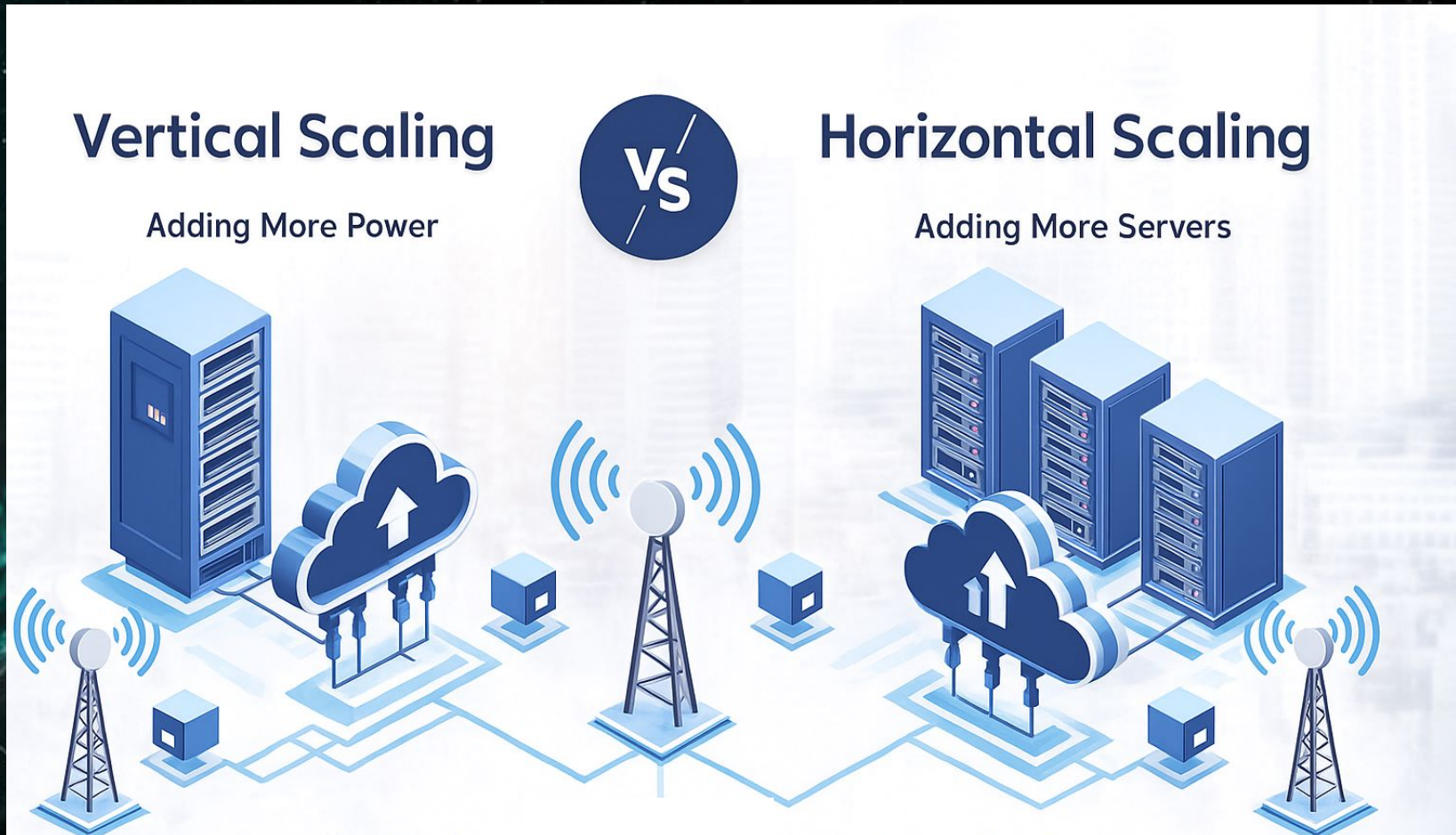
xGMobile
Centre de Competència EMBAFI
Iniciem el nostre 2004 a 40



**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Cloud Computing and Mobile networks



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Italo em Risco (C4 e P4)

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

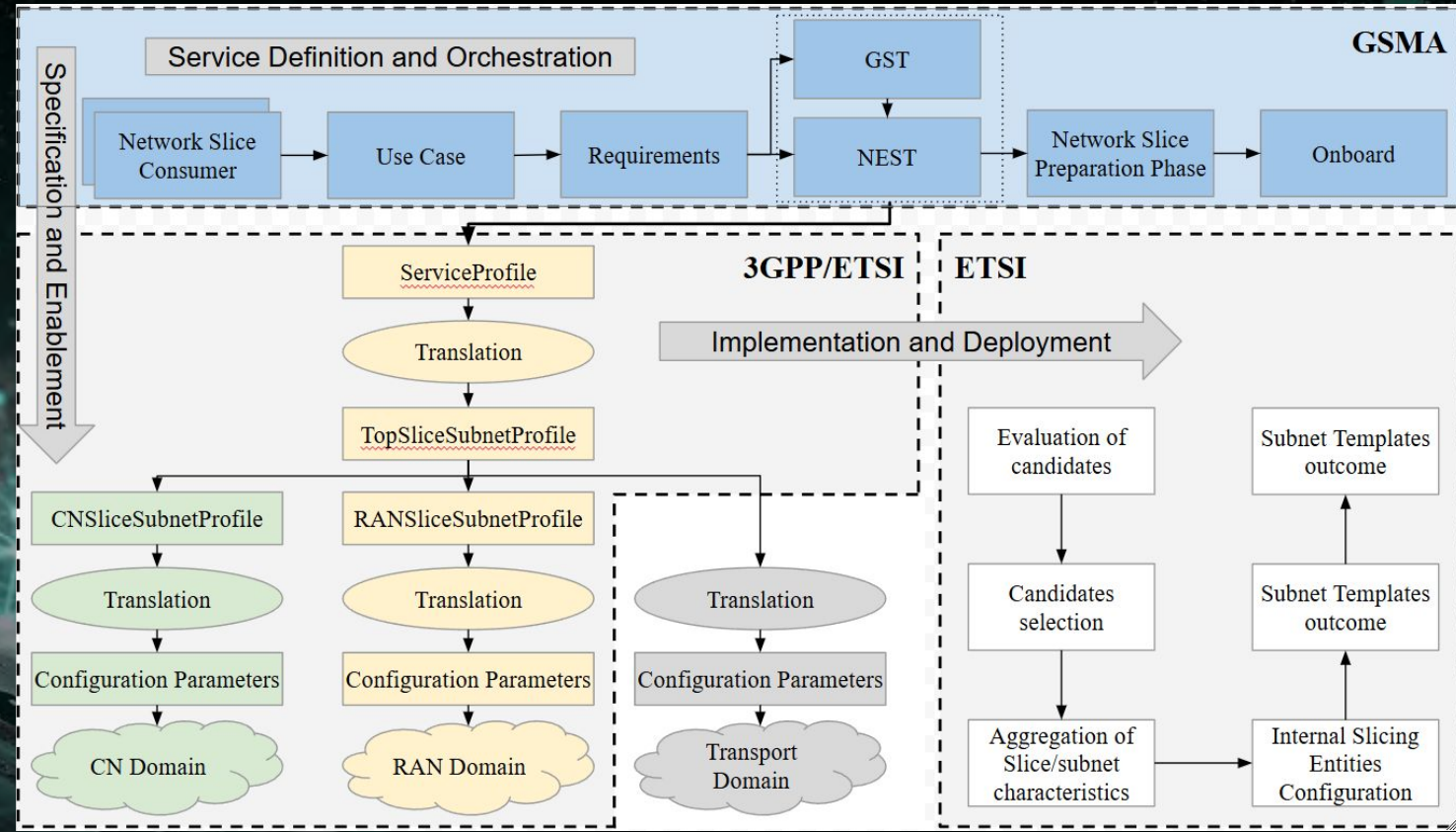
**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Standardization

- Orchestration aligns with ETSI ZSM and NFV-MANO frameworks
- Closed-loop management enables self-configuration, -healing, and -optimization
- AI/ML integration for proactive assurance and SLA enforcement



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Realiza em Rede 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

GOVERNO DO
DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Static Slicing - First Slicing

- Manual Provisioning: Relies on human intervention to all configurations
- Fixed Allocation: Resources are permanently reserved, leading to inefficiency and over-provisioning
- Slow Time-to-Market: Deployment takes days or weeks due to manual "stitch-up" across domains
- No Lifecycle Management: Once deployed, the slice is fixed and it cannot auto-scale or self-heal

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Realiza em Rede 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Demo: Network Slicing Static

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Redes em Redes 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



The Evolution of 5G Network Customization

Realização:

xGMobile
Sistema de Computação Distribuída
Foco em Redes 4G e 5G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPPI
Empreendedorismo e Inovação

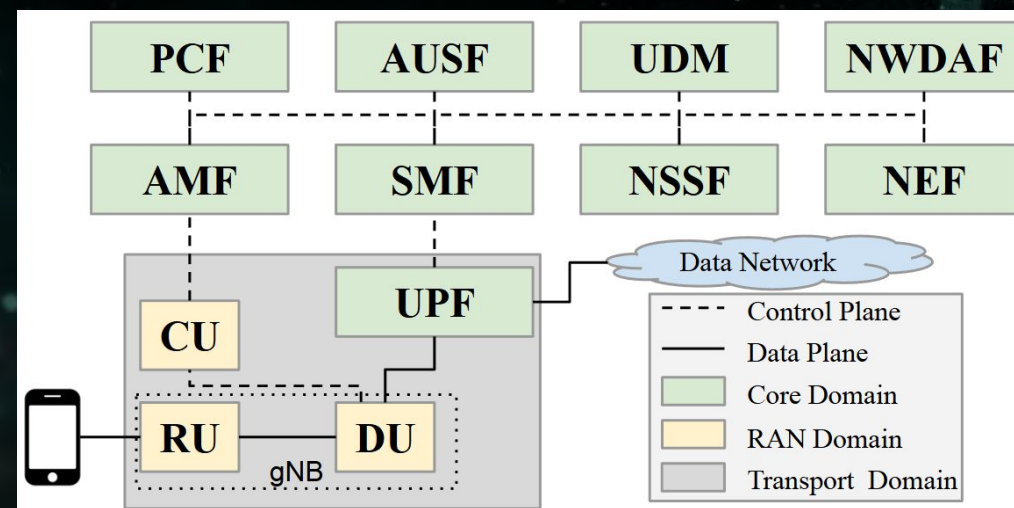
**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREN PROSPERA.

**MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO**

**GOVERNO DO
BRASIL**
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

The Evolution of Network Customization

- 5G networks require flexible, programmable, and dynamic service creation
- Traditional static slicing limits scalability and agility
- **Network Slicing as a Service (NSaaS)** enables on-demand, API-based customization
- NSaaS is driven by cloud-native cores, NFV, SDN, and AI-enabled orchestration.



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Italo em Redes 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

GOVERNO
DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

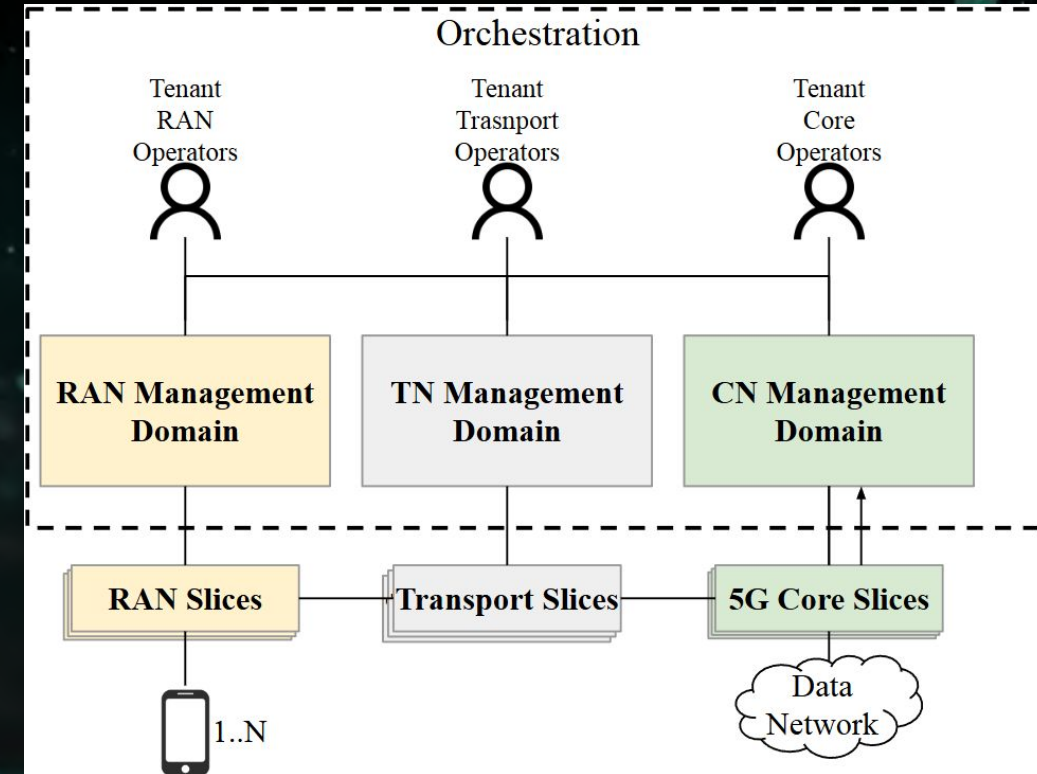
Related Work

Works	Type	B5G/AI Ready	Project Model	Architecture	Service Automation	E2E Service LC Mgmt.	NSaaS
ONAP (2022)	Project	L	H	H	M	M	L
ETSI MANO (2022)	Project	L	H	H	M	M	L
5G Tours (2024)	Project	L	H	H	M	M	L
Breitgand et al. (2021)	Project	M	M	M	L	L	L
Baranda et al. (2020)	Project	L	H	H	L	L	L
Tranoris (2021)	Project	M	H	H	M	M	L
CAMARA Project Consortium (2025)	Project	M	H	–	H	–	M
ETSI TeraFlowSDN and OpenCAPIF Team (2025)	Project	M	H	M	M	L	L
Nephio Project Community (2025)	Project	H	H	H	H	M	M
Project Sylva Consortium (2024)	Project	M	H	H	M	L	L
Hexa-X-II Consortium / SNS JU (2025)	Project	H	M	H	H	M	M
MonB5G Project Consortium (2023)	Project	H	M	M	H	M	L
DAEMON Project Consortium (2023)	Project	H	M	H	H	M	L
Li et al. (2018)	Article	L	H	L	L	L	L
Jiang et al. (2019)	Article	M	H	L	H	M	L
Bega et al. (2020)	Article	M	H	L	L	H	L
Abbas et al. (2020)	Article	M	H	M	H	M	L
Fernández-Fernández et al. (2021)	Article	M	H	M	M	L	L
Theodorou et al. (2021)	Article	H	H	L	H	H	L
Larrea et al. (2023)	Article	M	H	L	L	M	L
Scotece et al. (2023)	Article	M	M	M	H	L	L
López et al. (2023)	Article	H	L	M	H	M	L
Wyszkowski et al. (2024)	Article	M	L	H	L	L	L
Dalgitsis et al. (2024)	Article	H	H	M	M	H	L
Esmat and Lorenzo (2024)	Article	H	H	H	M	H	L
Chowdhury (2024)	Article	H	H	H	H	M	L
Smith and Doe (2024)	Article	H	L	H	H	H	M
Zhao et al. (2025)	Article	H	H	H	H	M	L
NASP (This Work)	Article	H	H	H	H	H	H

Maturity: Low (L), Medium (M), High (H); “–” = not applicable.

Network Slicing Fundamentals

- Network Slicing: logical partitioning of network resources to meet diverse SLAs
- Standards: 3GPP (architecture), ETSI (ZSM, NFV-MANO), GSMA (service templates)
- Limitations of static slicing: rigidity, manual provisioning, and poor resource efficiency
- **Challenge:** Business intents (GSMA) and Technical configurations (3GPP) speak different languages



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Realiza em Rede 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

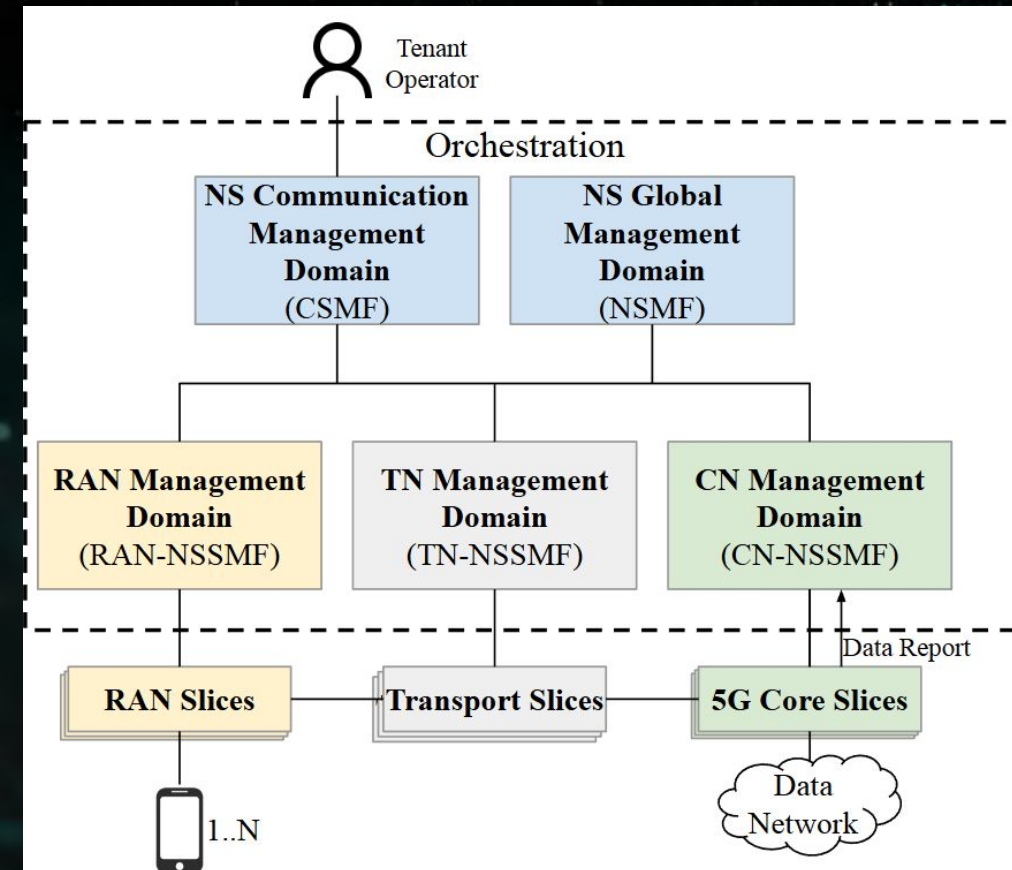
GOVERNO
DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

NASP: Network Slice as a Service Platform

- Bridges business-level templates (GSMA GST) and network configurations
- Implements hierarchical orchestration
- Integrates CI/CD, Infrastructure as Code (IaC), and telemetry-driven automation
- Implements closed-loop Quality Assurance and AI analytics for SLA compliance



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPI
Realiza em Redes 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

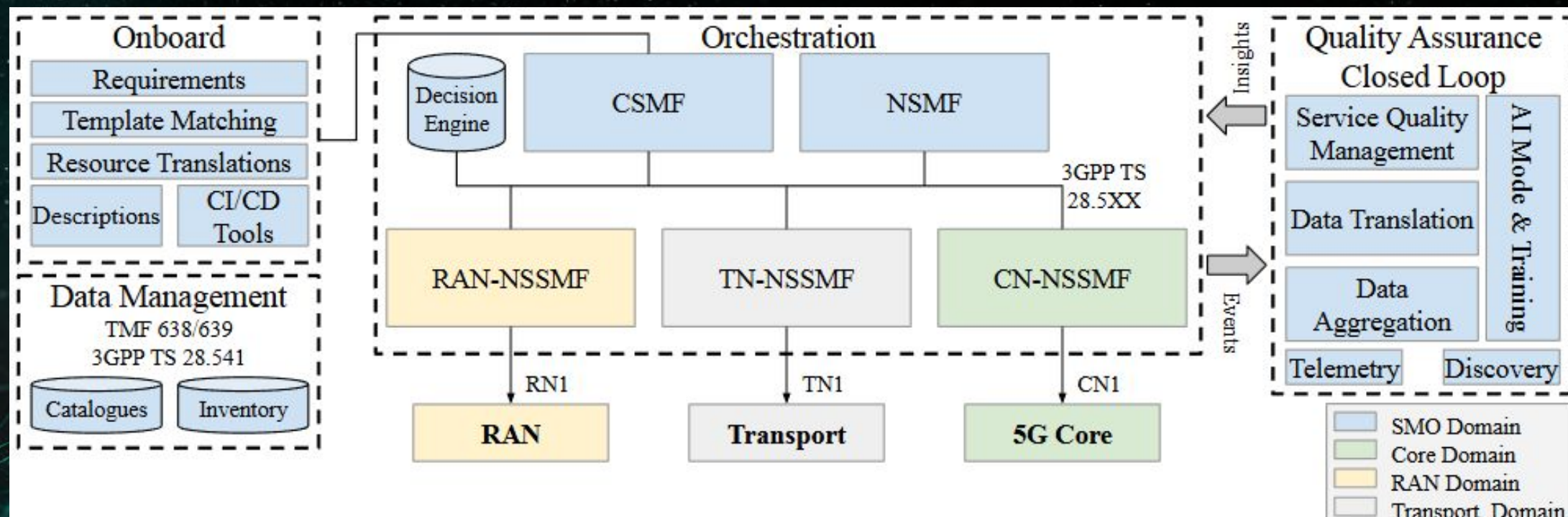
EMBRAPI
Empresa Brasileira de Inovação
e Inovação

GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

NASP Architecture Overview



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Itaú em Rede 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

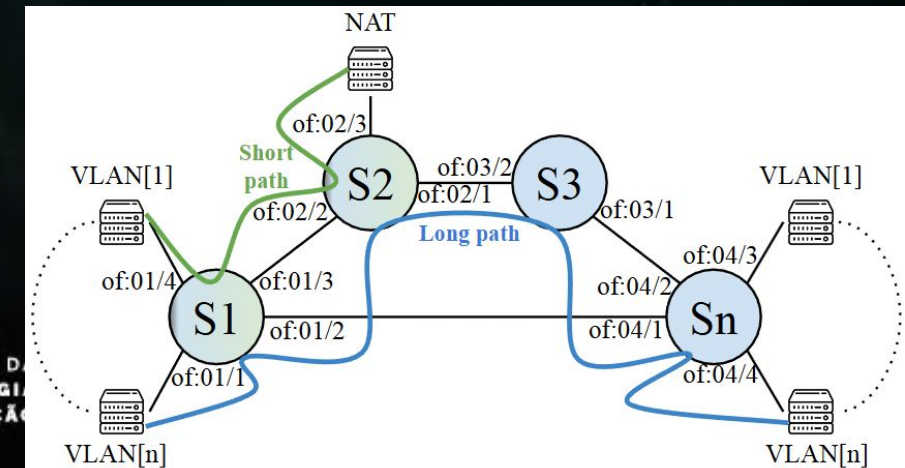
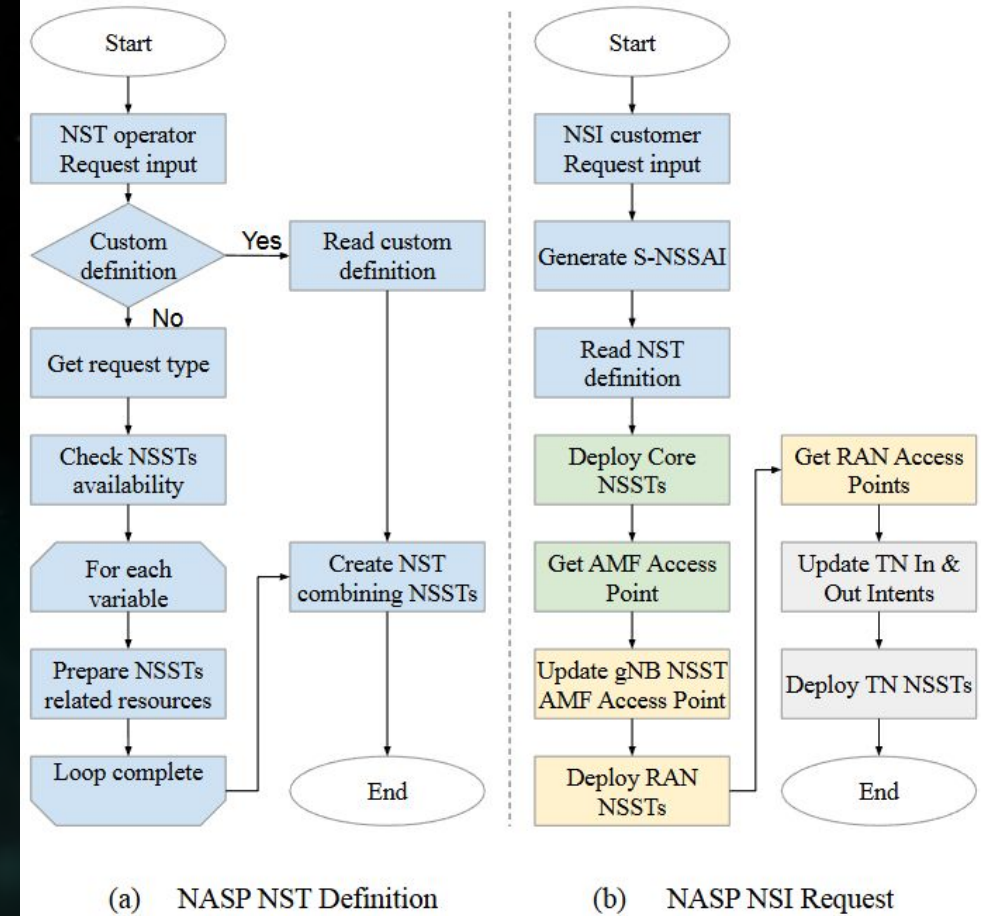
**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Prototype Implementation

- Deployed using Kubernetes v1.28, ONOS, Free5GC/Open5Gs, and UERANSIM
- NASP uses Helm and YAML descriptors for automation
- Implements REST/JSON APIs for intent-based orchestration
- Supports URLLC, mMTC and eMBB access slices



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPI
Realize em Redes 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPPI
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

Demo: Network Slicing as a Service

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Redes em Rede 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

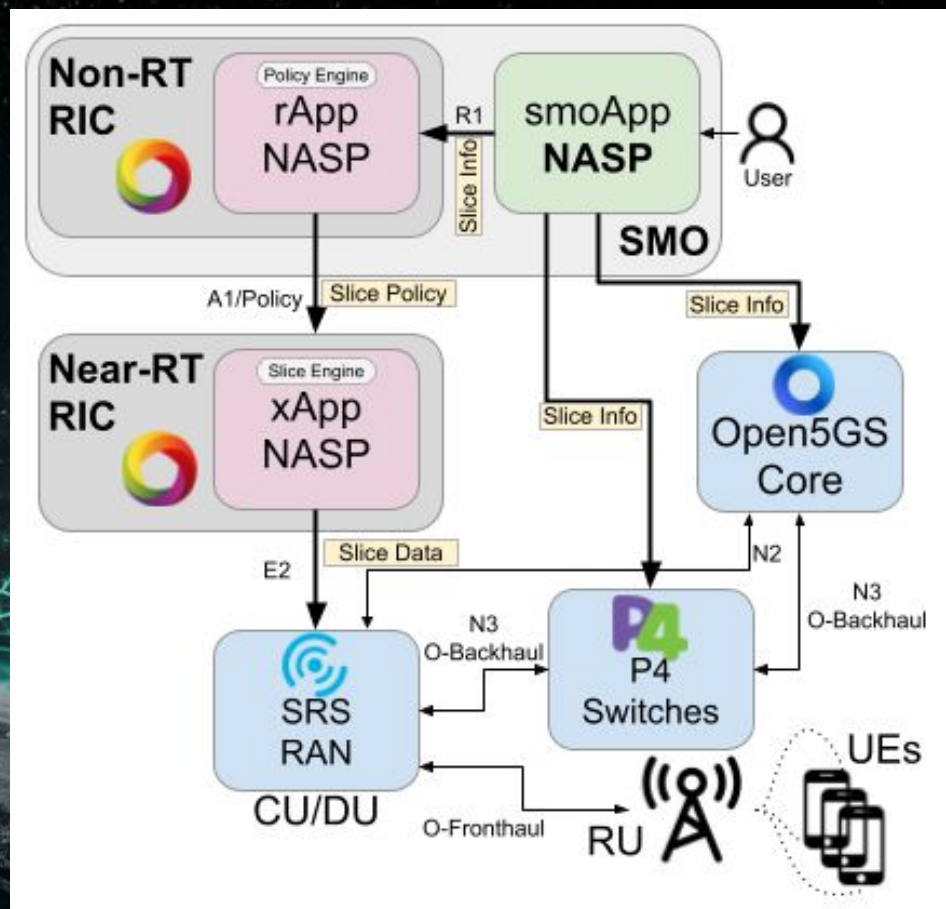
EMBRAPPI
Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação

GOVERNO DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Work in progress



Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
Italo em Rede 5G e 4G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação

GOVERNO
DE MINAS
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Conectando ideias, antecipando o futuro:
inovação colaborativa para as redes 5G e 6G.

II WORKSHOP

Internacional do xGMobile

THANK YOU!

Realização:

xGMobile
Centro de Competência EMBRAPA
em redes 5G e 6G

Inatel

FAPEMIG

EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa
em Agropecuária

**GOVERNO
DE MINAS**
AQUI O TREM PROSPERA.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO