

Brasil 6G

Projeto Brasil 6G Fase III

Atividade 2.1 - Concepção da Arquitetura da Rede 6G - Parte 1



Histórico de Atualizações:

Versão	Data	Autor(es)	Notas
1	13/06/2025	Ariel Dalla Costa Cristiano Bonato Both Diego Pivoto Daniely Gomes Silva Fernando Farias José Marcos Camara Brito Luciano Leonel Mendes Rodrigo Porto	Elaboração de conteúdo
2	14/07/2025	Cristiano Bonato Both Daniely Gomes Silva Luciano Leonel Mendes	Revisão de texto
3	31/07/2025	Cristiano Bonato Both Daniely Gomes Silva Luciano Leonel Mendes	Revisão final de texto

Lista de Figuras

1	Ambiente de funcionamento do SLOrion.	3
2	Porcentagem de acerto e falsos negativos.	3
3	Porcentagem de falsos positivos.	3
4	Comparação de falsos positivos.	4
5	Comparação de tempo por intenção de parâmetros.	4
6	Visão geral da análise das tecnologias habilitadoras do 6G.	6
7	Visão D6G da arquitetura de rede móvel disruptiva.	7

Lista de Tabelas

1	Comparativo das visões arquiteturais para o 6G e direções estratégicas.	8
---	---	---

Acrônimos

3GPP *3rd Generation Partnership Project*

5G *Quinta Geração de Rede Móvel Celular*

6G *Sexta Geração de Rede Móvel Celular*

API *Application Programming Interface*

DLT *Distributed Ledger Technology*

IoT *Internet of Things*

NEST *Network Slice Template*

NFV *Network Functions Virtualization*

NSaaS *Network Slice as a Service*

SLA *Service Level Agreement*

SBRC *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*

LLM *Large Language Model*

SDN *Software-Defined Networking*

AI *Artificial Intelligence*

RESTful *REpresentational State Transfer-ful*

RIS *Reconfigurable Intelligent Surfaces*

MIMO *Multiple-Input Multiple-Output*

VNF *Virtual Network Function*

VRA *Variables for Relevance Analysis*

XR *Extended Reality*

Índice

1	Sumário	1
2	Artigo 1 - SLOrion: Democratização das Redes 6G através de Contratos Inteligentes e Fatiamento de Rede como Serviço	2
2.1	Introdução	2
2.2	Solução Proposta	2
2.3	Resultados	3
2.4	Conclusão	4
3	Artigo 2 - Bridging Evolution and Disruption: An Architectural Analysis for Future 6G Networks	5
3.1	Introdução	5
3.2	Solução Proposta	5
3.3	Resultados	7
3.4	Conclusão	9
4	Considerações Finais	10

1 Sumário

Este relatório apresenta os resultados da Atividade 2.1 do Projeto Brasil 6G – Fase 3, que tem como objetivo investigar abordagens arquiteturais e tecnológicas para a Sexta Geração de Rede Móvel Celular (6G). O documento está fundamentado na elaboração e análise de dois artigos científicos, que contribuem de maneira complementar para o avanço conceitual e prático do projeto. O primeiro artigo, intitulado *SLOrion: Democratização das Redes 6G através de Contratos Inteligentes e Fatiamento de Rede como Serviço* [1], propõe uma arquitetura descentralizada baseada em contratos inteligentes, Blockchain e tecnologias de registro distribuído, i.e., *Distributed Ledger Technology* (DLT), com foco na automatização de *Service Level Agreements* (SLAs) e oferta de *Network Slice as a Service* (NSaaS). O sistema desenvolvido, denominado SLOrion, traduz intenções expressas na forma de linguagem natural para parâmetros técnicos de rede, promovendo interoperabilidade entre diferentes operadoras e maior transparência nos processos. Os resultados experimentais demonstraram elevada precisão na identificação de parâmetros (acima de 90%) e tempo de resposta inferior a 41 milissegundos mesmo em cenários mais complexos, evidenciando a viabilidade do uso do SLOrion em aplicações, em tempo real, para a Quinta Geração de Rede Móvel Celular (5G) e 6G.

O segundo artigo, *Bridging Evolution and Disruption: An Architectural Analysis for Future 6G Networks*, tem como foco a análise comparativa entre duas visões arquiteturais para o 6G: a abordagem incremental e a abordagem disruptiva. A primeira representa uma continuidade da arquitetura atual, baseada em evolução progressiva e integração de novos recursos sobre a infraestrutura existente. A segunda propõe uma ruptura estrutural, incorporando paradigmas emergentes como redes orientadas a intenções, inteligência artificial nativa, economia de tokens e computação na rede. Com base em uma metodologia estruturada por variáveis arquiteturais, o artigo analisa os benefícios, desafios, relações e tecnologias capacitadoras de cada abordagem, oferecendo uma estrutura conceitual útil para orientar decisões estratégicas no desenvolvimento de redes futuras. A análise é baseada diretamente com os estudos apresentados em [2] e [3], produzidos nas fases I e II do projeto, respectivamente, contribuindo para o alinhamento das propostas com os princípios de soberania, inclusão, sustentabilidade e inovação defendidos pelo Projeto Brasil 6G.

Ambos os artigos convergem para a necessidade de arquiteturas flexíveis, inteligentes e interoperáveis que atendam às demandas crescentes por conectividade, qualidade de serviço e autonomia. O relatório reforça o papel do Brasil como ator ativo na formulação de soluções para as redes 6G, promovendo não apenas avanços técnicos, mas também modelos mais transparentes, democráticos e estratégicos para o futuro das comunicações móveis.

2 Artigo 1 - SLOrion: Democratização das Redes 6G através de Contratos Inteligentes e Fatiamento de Rede como Serviço

2.1 Introdução

O artigo “*SLOrion: Democratização das Redes 6G através de Contratos Inteligentes e Fatiamento de Rede como Serviço*”, publicado nos anais do 43^o *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos* (SBRC) em 2025, realizado em Natal/RN, apresenta uma solução inovadora para ampliar o acesso e a automação na configuração de redes móveis 5G e 6G. A proposta, denominada SLOrion, combina tecnologias como contratos inteligentes, *Blockchain* e DLT para automatizar a tradução de SLAs em parâmetros técnicos de rede, possibilitando a oferta de fatiamento de rede como serviço (NSaaS) de forma descentralizada, segura e interoperável entre diferentes operadoras.

O trabalho aborda uma das principais limitações das redes móveis atuais: a centralização e a complexidade na negociação e implantação de SLAs. Por meio de um interpretador especializado e do uso de métricas linguísticas como o coeficiente de Dice [4], o SLOrion identifica intenções expressas em linguagem natural e as converte de forma eficiente em configurações técnicas. Os resultados experimentais demonstraram que a solução é capaz de operar com mais de 90% de precisão e com tempos de resposta até mil vezes menores do que abordagens baseadas em modelos de linguagem, i.e., *Large Language Model* (LLM), como o ChatGPT da OpenAI, evidenciando sua escalabilidade e aplicabilidade em contextos reais de redes 5G e 6G.

Esse avanço tecnológico, desenvolvido com apoio do projeto Brasil 6G, representa uma contribuição concreta para a democratização da infraestrutura de redes móveis avançadas no Brasil, alinhando-se aos princípios de inovação, descentralização e soberania digital no contexto da transformação digital do país.

2.2 Solução Proposta

SLOrion tem como objetivo prover o fornecimento de fatiamento de rede como serviço (NSaaS) de forma descentralizada, segura e automatizada, a partir do uso de contratos inteligentes. A Figura 1 apresenta a arquitetura do sistema, composta por dois domínios principais: *on-chain*, onde os contratos inteligentes operam com integridade garantida pela tecnologia de registros distribuídos (DLT), e *off-chain*, onde ocorre a comunicação segura com sistemas externos, como orquestradores de redes e *Application Programming Interfaces* (APIs) *REpresentational State Transfer-ful* (RESTful).

O núcleo do funcionamento do SLOrion realiza a interpretação de intenções expressas em linguagem natural presentes nos contratos inteligentes. Por meio do uso do coeficiente de similaridade de Dice, a solução identifica a intenção do usuário e correlaciona com modelos técnicos de fatiamento de rede definidos no modelo *Network Slice Template* (NEST). O resultado é a construção automatizada de parâmetros técnicos como latência, largura de banda, número de dispositivos e duração do serviço, que são aplicados pelo orquestrador da rede. Esse processo permite que locatários de rede (*tenants*) contratem fatias sob demanda, com garantia de rastreabilidade, auditabilidade e imutabilidade dos parâmetros de SLA, eliminando a necessidade de negociações manuais e intermediários centralizados. Nesse contexto, SLOrion promove um novo paradigma para redes 5G e 6G ao democratizar o acesso à infraestrutura de fatiamento,

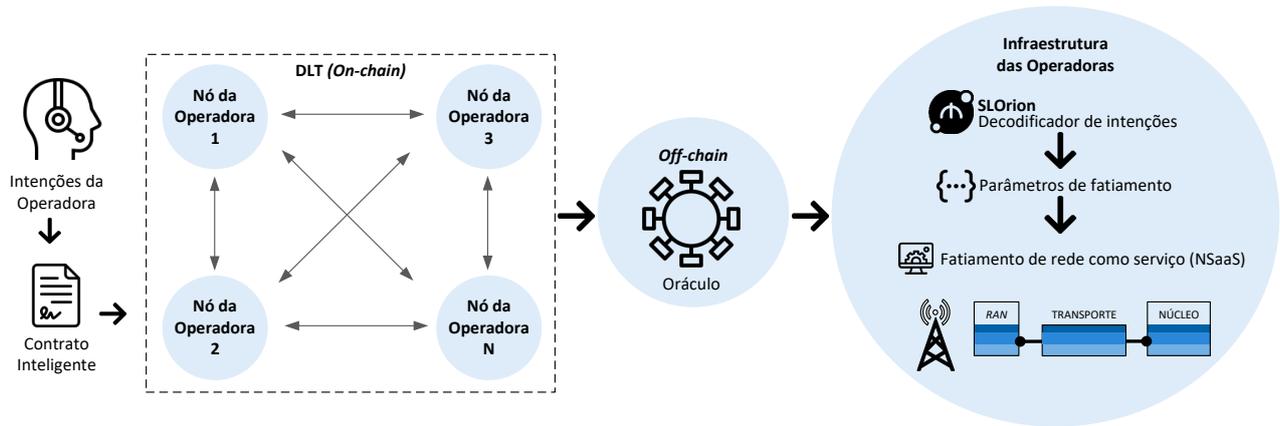


Figura 1: Ambiente de funcionamento do SLOrion.

reduzindo a complexidade operacional e fortalecendo princípios de soberania digital e automação confiável.

2.3 Resultados

Os experimentos realizados para avaliação do SLOrion demonstraram sua viabilidade prática, desempenho superior e precisão na automação da tradução de intenções em parâmetros técnicos de fatiamento de rede. Em relação à precisão na identificação de intenções, a solução atingiu uma acurácia superior a 90% em todos os testes realizados, conforme apresentado na Figura 2, demonstrando confiabilidade na interpretação de SLAs expressos em linguagem natural. Além disso, a Figura 3 apresenta a correlação entre a quantidade de intenções processadas e o tempo total de execução. Os resultados confirmam a escalabilidade linear da solução, reforçando seu potencial para operar em ambientes com múltiplos contratos simultâneos sem degradação significativa de desempenho.

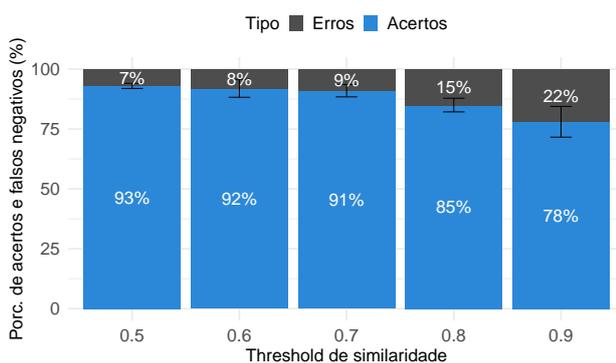


Figura 2: Porcentagem de acerto e falsos negativos.

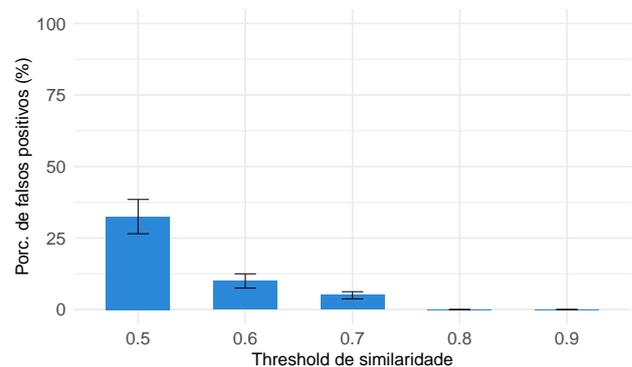


Figura 3: Porcentagem de falsos positivos.

Conforme ilustrado na Figura 4, o SLOrion obteve um tempo de resposta médio inferior a 41 milissegundos, mesmo em cenários com múltiplas intenções, o que evidencia sua adequação para aplicações em redes 5G e 6G que exigem resposta em tempo quase real. Em comparação com abordagens baseadas em modelos de linguagem genéricos, como o ChatGPT da OpenAI, o SLOrion foi até 1.000 vezes mais rápido, conforme comparado na Figura 5.

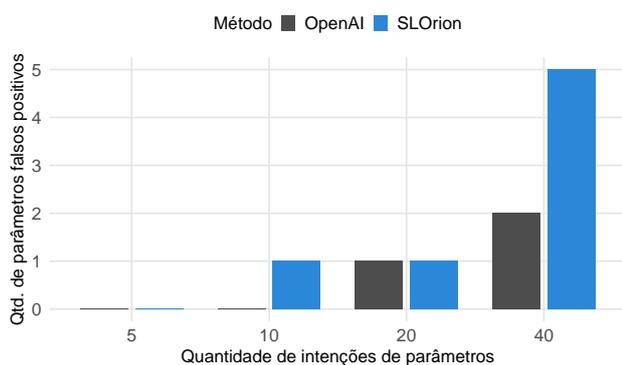


Figura 4: Comparação de falsos positivos.

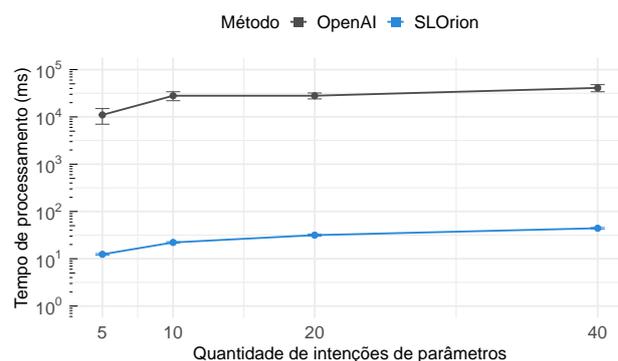


Figura 5: Comparação de tempo por intenção de parâmetros.

Esses resultados validam a proposta do SLOrion como uma ferramenta eficaz para automatizar e democratizar o provisionamento de fatias de rede, alinhando desempenho, segurança e usabilidade em um contexto distribuído e programável.

2.4 Conclusão

O artigo apresentou o SLOrion, uma solução inovadora para automatização de contratos de fatiamento de rede baseada em contratos inteligentes, com foco em redes 6G. A proposta visa democratizar o acesso à infraestrutura de rede por meio da tradução automática de intenções em linguagem natural em configurações técnicas aplicáveis a *slices* de rede. A arquitetura desenvolvida combina elementos *on-chain* e *off-chain*, garantindo segurança, auditabilidade, rastreabilidade e imutabilidade dos SLAs negociados. Os resultados experimentais demonstraram que o SLOrion é capaz de operar com alta eficiência e elevada precisão, superando abordagens genéricas baseadas em modelos de linguagem em termos de desempenho e escalabilidade.

Além de contribuir tecnicamente para o avanço das redes programáveis, a solução reforça os princípios de soberania digital, descentralização e acesso democrático à infraestrutura, sendo altamente aderente aos objetivos do projeto Brasil 6G para o desenvolvimento de tecnologias emergentes no Brasil.

3 Artigo 2 - Bridging Evolution and Disruption: An Architectural Analysis for Future 6G Networks

3.1 Introdução

O artigo apresenta uma análise comparativa entre duas visões arquiteturais para redes móveis 6G: *Incremental Mobile Network Architecture* e *Disruptive Mobile Network Architecture*. Essas visões representam abordagens complementares para a evolução das redes móveis: enquanto a abordagem incremental propõe a integração gradual de novas tecnologias sobre a infraestrutura existente, com mínima disrupção, a abordagem disruptiva propõe uma reestruturação completa da arquitetura de rede, incorporando inteligência pervasiva, descentralização extrema e mercados digitais.

A motivação central do artigo está em discutir como essas duas trajetórias tecnológicas podem atender às exigências emergentes de aplicações futuras, como por exemplo, *Extended Reality* (XR), gêmeos digitais e computação quântica, e contribuir para os objetivos estratégicos do Brasil no contexto do 6G. Para isso, o trabalho adota uma metodologia estruturada baseada em critérios técnicos *Variables for Relevance Analysis* (VRAs) para classificar tecnologias capacitadoras e propõe uma visão arquitetural que pode orientar tanto evoluções incrementais quanto mudanças disruptivas na concepção das redes móveis futuras. Desta forma, a contribuição do artigo encontra-se na sistematização das decisões arquiteturais, na identificação de relações entre continuidade e inovação, e no alinhamento dessas visões com os princípios de sustentabilidade, inclusão e soberania digital que fundamentam o Projeto Brasil 6G.

3.2 Solução Proposta

O presente artigo tem como objetivo principal contribuir para a construção de uma visão estratégica sobre possíveis caminhos arquiteturais para 6G, no contexto do Projeto Brasil 6G. Para isso, propõe-se uma análise comparativa entre duas abordagens complementares de evolução tecnológica:

- **Incremental Mobile Network Architecture:** representa uma linha de continuidade com as arquiteturas atuais, promovendo a integração gradual de novas tecnologias sobre a infraestrutura existente. A Figura 6 apresenta uma visão geral da análise das tecnologias habilitadoras para redes 6G, organizada em oito domínios funcionais: *Energy*, *Sensing*, *Communication*, *Softwarization*, *Security*, *Intelligence*, *Immutability* e *Quantum*. Cada domínio agrega tecnologias-chave, como *Terahertz*, *Ultra-Massive Multiple-Input Multiple-Output* (MIMO), *Reconfigurable Intelligent Surfaces* (RIS), *Blockchain*, *Digital Twins*, *Artificial Intelligence* (AI), DLTs e Computação Quântica, que refletem diferentes camadas e funções esperadas nas futuras arquiteturas. Além da categorização, a figura incorpora uma análise sistemática baseada em VRAs, que avaliam as tecnologias segundo critérios como aderência a escopos arquiteturais (DS1 a DS4), popularidade, inovação, sinergia e suporte a requisitos. Desta forma, é possível comparar as tecnologias quanto à sua abrangência e aplicabilidade. Essa representação gráfica serve como um mapa estratégico para orientar decisões sobre quais tecnologias priorizar no desenvolvimento e implantação de redes móveis 6G, conforme os princípios de soberania, inovação e sustentabilidade promovidos pelo Projeto Brasil 6G.

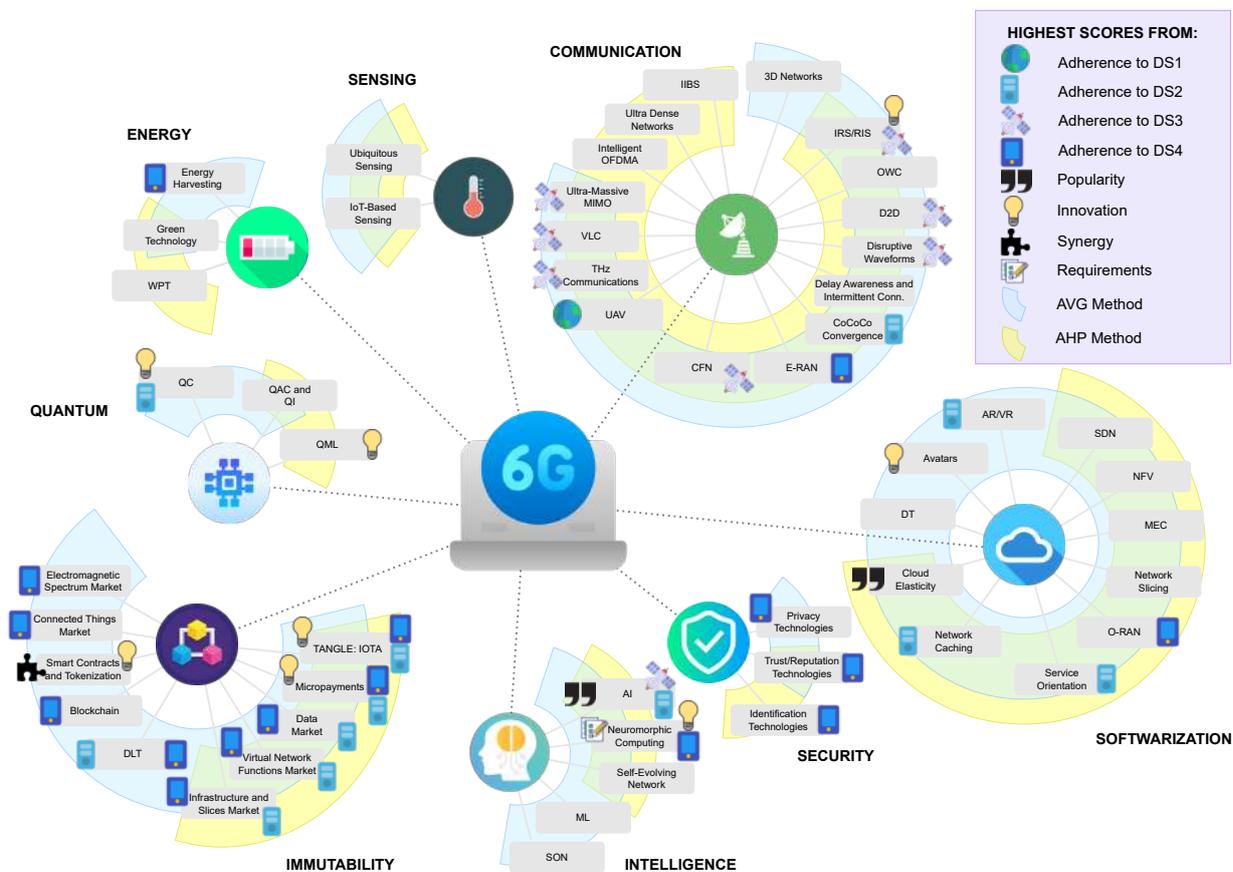


Figura 6: Visão geral da análise das tecnologias habilitadoras do 6G.

- Disruptive Mobile Network Architecture:** propõe uma reestruturação profunda da arquitetura de rede, incorporando novos paradigmas como AI pervasiva, computação in-network, redes centradas no usuário, redes orientadas a intenções e economia de *tokens*. A Figura 7 apresenta a visão proposta da D6G (*Disruptive 6G*) Architecture, estruturada em três camadas principais: física, abstração/*middleware* e serviços. Na base da arquitetura, a camada física é composta por infraestrutura de rede distribuída e elementos físicos. A camada de abstração/*middleware* atua como ponte entre os recursos físicos e os serviços digitais, promovendo virtualização ampla por meio de *hypervisors*, *containers* e execução de *Virtual Network Functions* (VNFs), além de suportar negociação automatizada via contratos inteligentes e DLTs. No topo, a camada de serviços representa um mercado digital descentralizado, onde infraestrutura, dados e serviços são comercializados automaticamente por meio de contratos inteligentes. Essa camada é dinamicamente orquestrada por gêmeos digitais (usuário, provedores de serviço e infraestrutura), com apoio de componentes como proxies, facilitadores e autopilotos baseados em AI. A arquitetura enfatiza a autonomia, flexibilidade, programabilidade e descentralização como pilares centrais para atender às exigências futuras de redes 6G, superando limitações herdadas do 5G e viabilizando aplicações como metaverso, redes autossuficientes e integração quântica.

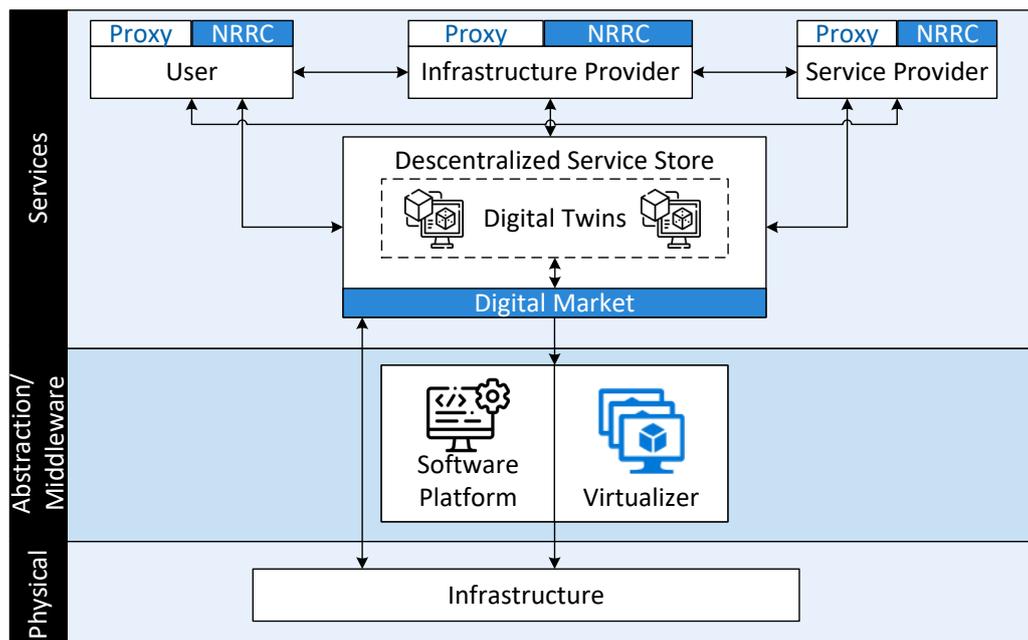


Figura 7: Visão D6G da arquitetura de rede móvel disruptiva.

O artigo busca fornecer uma estrutura conceitual que permita comparar essas visões de forma sistemática, considerando variáveis arquiteturais relevantes do ponto de vista técnico, regulatório, operacional e estratégico. Ao fazê-lo, a proposta oferece subsídios para apoiar o processo decisório em torno da definição de arquiteturas futuras que sejam coerentes com os princípios de soberania, inclusão, sustentabilidade e inovação, que fundamentam o Projeto Brasil 6G. Além disso, o artigo visa identificar as principais relações, desafios e oportunidades associados a cada visão, bem como mapear tecnologias abilitadoras que possam viabilizar cada uma das abordagens. Assim, busca-se orientar a pesquisa e o desenvolvimento de soluções alinhadas às demandas emergentes de aplicações futuras, como XR, gêmeos digitais, metaverso industrial e inteligência ambiental.

3.3 Resultados

As visões arquiteturais que sustentam os sistemas 6G emergentes convergem progressivamente para dois paradigmas dominantes: os modelos evolutivos, que avançam sobre as bases consolidadas das redes móveis atuais, e os modelos disruptivos, que propõem uma reformulação completa nos princípios arquiteturais e na dinâmica entre atores da rede. Ambas as abordagens compartilham premissas fundamentais, como a busca por latência ultrabaixa, altíssimas taxas de dados, inteligência nativa e integração de recursos heterogêneos. Entretanto, divergem de forma significativa quanto à metodologia, prioridades tecnológicas e pressupostos sistêmicos.

Na visão evolutiva, como demonstrado pela análise de relevância de tecnologias capacitadoras, a arquitetura 6G é tratada como uma extensão natural da arquitetura 5G, com avanços progressivos em espectros como THz e luz visível, densificação da rede, automação baseada em AI e expansão das técnicas de *software*, tal como *Software-Defined Networking* (SDN) e *Network Functions Virtualization* (NFV). Tal abordagem se alinha fortemente às trajetórias do *3rd Generation Partnership Project* (3GPP), priorizando maturidade tecnológica, viabilidade industrial e integração com legados. A estrutura permanece ancorada em modelos em

camadas, ainda que mais flexíveis, orientados por softwarização e orquestração inteligente.

Tabela 1: Comparativo das visões arquiteturais para o 6G e direções estratégicas.

Dimensão	Visão Evolutiva	Visão Disruptiva (D6G)	Direções Estratégicas
Modelo Arquitetural	Em camadas, com melhorias incrementais	Meta-arquitetura, baseada em serviços	Adotar meta-arquitetura flexível com integração gradual
Integração da Inteligência	AI centralizada, orientada por orquestração	AI distribuída, gêmeos digitais	Fomentar estratégias com inteligência na borda e coletiva
Governança e Controle	Centralizado ou semi-centralizado	Autônomo, baseado em contratos inteligentes	Coordenação descentralizada em verticais reguladas
Identidade e Confiança	Gerenciada por protocolos padrão de telecomunicação	Identidades imutáveis via DLT	Experimentar <i>blockchain</i> para identidade segura em <i>Internet of Things</i> (IoT)
Modelo Econômico	Centrado em operadoras, monetização implícita	Mercados digitais multiagente	Estimular ecossistemas abertos e mercados de serviços digitais
Tecnologias Capacitadoras	THz, RIS, MIMO massivo, fatiamento de rede	AI nativa, DLT, gêmeos digitais, agências digitais	Alinhar com 3GPP, testando habilitadores da D6G
Segurança	Modelos tradicionais com criptografia reforçada	Segurança embutida, baseada em contratos	Integrar soluções de confiança inteligente e segurança adaptativa
Softwarização	Evolução de SDN/NFV	Programável desde o núcleo arquitetural	Expandir uso de <i>cloud-native</i> em redes federais e acadêmicas

A visão disruptiva, proposta pela arquitetura D6G, propõe uma ruptura fundamental: a inteligência é distribuída, os mercados digitais substituem modelos operacionais tradicionais, e os contratos inteligentes passam a coordenar a operação da rede. Nesta abordagem, AI, DLTs e gêmeos digitais não são apenas tecnologias capacitadoras, mas elementos primitivos da arquitetura. A noção de plano de controle unificado cede lugar a uma camada de coordenação autônoma, programável e multiagente. Identidade, confiança e governança são garantidas por registros imutáveis e contratos inteligentes, em um alinhamento conceitual com Web3 e sistemas econômicos ciberfísicos.

As diferenças entre as abordagens refletem motivações de pesquisa distintas. A perspectiva evolutiva parte de padrões existentes, estrangimentos de infraestrutura e prazos da indústria. Já, a abordagem disruptiva se ancora na teoria de sistemas distribuídos, engenharia de *software* e economia digital, livre das limitações legadas. Valoriza modelos inovadores de governança, mercados e agência digital. Apesar das divergências, as abordagens não são mutuamente excluídas. Existem caminhos promissores de integração, especialmente por meio de arquiteturas híbridas. Uma estratégia de implantação em fases pode combinar avanços evolutivos na infraestrutura física e nos protocolos com elementos disruptivos nos planos de controle, gestão e aplicações. Esse modelo híbrido é particularmente estratégico, considerando a diversidade de cenários locais, como no Brasil, onde exige flexibilidade arquitetural, atenção a custos e abertura à experimentação.

A Tabela 1 sintetiza as principais diferenças entre as abordagens e propõe direções estratégicas específicas para o contexto nacional, considerando capacidades acadêmicas e industriais,

heterogeneidade de infraestrutura e prioridades de desenvolvimento. A conciliação entre visões arquiteturais evolutivas e disruptivas oferece um caminho robusto rumo a um ecossistema 6G sustentável, inovador e inclusivo. Enquanto a abordagem evolutiva sustenta a viabilidade de curto e médio prazos, a perspectiva disruptiva introduz os mecanismos necessários para a complexidade e autonomia esperadas nas redes do futuro. O desafio estratégico está em harmonizar as duas abordagens, aproveitando competências nacionais em engenharia de *software*, sistemas embarcados e redes públicas de pesquisa, ao mesmo tempo em que incorpora gradualmente tecnologias transformadoras que posicionem o país como protagonista na evolução global do 6G.

3.4 Conclusão

Este trabalho apresentou uma análise comparativa entre duas visões de evolução arquitetural para 6G: a abordagem *Incremental Mobile Network Architecture* e a abordagem *Disruptive Mobile Network Architecture*. Ao contrastar essas visões, foi possível destacar seus fundamentos, motivações, desafios e benefícios em relação à evolução das redes móveis, considerando aspectos técnicos, operacionais e estratégicos.

A abordagem incremental oferece um caminho mais conservador, que preserva compatibilidade com a infraestrutura atual e permite uma evolução gradual, porém limitada, das capacidades da rede. Já a abordagem evolutiva propõe uma ruptura com os modelos tradicionais, incorporando elementos como AI nativa, redes orientadas a intenções, economia de tokens e computação na rede, com potencial para transformar radicalmente o papel das redes móveis no futuro ecossistema digital.

A comparação estruturada a partir das variáveis arquiteturais permitiu identificar complementaridades e lacunas entre as abordagens, indicando que um modelo híbrido pode ser considerado como uma possibilidade futura, combinando estabilidade e inovação de maneira equilibrada. Como contribuição para o Projeto Brasil 6G, este trabalho fornece uma base conceitual sólida para subsidiar decisões de médio e longo prazo, orientando o desenvolvimento de arquiteturas alinhadas aos princípios de soberania, inclusão, sustentabilidade e inovação. Espera-se que as reflexões aqui propostas estimulem o aprofundamento técnico e científico sobre arquiteturas futuras, contribuindo com o avanço do ecossistema de pesquisa e inovação no Brasil.

4 Considerações Finais

Este relatório consolidou os principais avanços alcançados no âmbito da Atividade 2.1 da Fase 3 do Projeto Brasil 6G, com base na elaboração, análise e articulação de dois artigos científicos complementares. O primeiro artigo concentrou-se na arquitetura descentralizada SLOrion, evidenciando a viabilidade da automatização de contratos de fatiamento de rede por meio do uso combinado de tecnologias emergentes como Blockchain, tecnologias DLT e contratos inteligentes. Uma das contribuições mais relevantes foi a proposição de um modelo de tradução de intenções expressas em linguagem natural para parâmetros técnicos de rede, viabilizando a criação de instâncias personalizadas de fatiamento como serviço com base em requisitos declarativos.

O segundo artigo apresentou uma análise crítica e comparativa entre duas visões arquiteturais para redes 6G: uma visão evolutiva, baseada na extensão gradual das arquiteturas móveis tradicionais, e uma visão disruptiva, centrada em princípios como descentralização, inteligência autônoma e mercados digitais. A partir dessa análise, foi proposta uma estrutura conceitual que pode apoiar decisões estratégicas quanto à adoção de modelos híbridos, conciliando a continuidade tecnológica necessária para a interoperabilidade com legados, com inovações estruturais voltadas à autonomia, resiliência e inovação sistêmica. É importante destacar que esse artigo está em fase final de escrita e deverá ser submetido nos próximos meses.

Essas contribuições reforçam a importância de se conceber arquiteturas 6G flexíveis, interoperáveis e programáveis, capazes de incorporar componentes como inteligência artificial distribuída, tokenização econômica, automação por contratos inteligentes, e orquestração de serviços orientada por intenção. A construção de um ecossistema nacional para o 6G requer, portanto, uma abordagem equilibrada entre a adoção progressiva de tecnologias padronizadas, em consonância com as diretrizes do 3GPP, e a exploração experimental de propostas disruptivas, como as refletidas na arquitetura D6G.

Como próximos passos, propõe-se a prototipação de um ambiente funcional e integrado, contemplando os seguintes elementos-chave:

- DLT e Blockchain como base para a criação de um substrato confiável, transparente e auditável para registros imutáveis, autenticação e gestão de identidade distribuída;
- Fatiamento de Rede como Serviço (NSaaS), implementado de forma automatizada com suporte a modelos flexíveis e parametrizáveis, permitindo a alocação dinâmica de recursos conforme demandas expressas em intenções de alto nível;
- Contratos inteligentes como mecanismos automatizados de coordenação entre diferentes atores da rede (usuários, provedores, intermediários), garantindo a rastreabilidade de ações, o cumprimento de acordos de nível de serviço (SLAs) e a governança autônoma de recursos;
- Camadas cognitivas e programáveis de rede, integradas com tecnologias como SDN, NFV e computação na borda, habilitando a articulação entre o plano de controle autônomo e a infraestrutura legada;
- Projeto, implementação e validação de um ciclo de vida de desenvolvimento de software assistido por AI, com foco na automação da geração, verificação e implantação de componentes críticos da arquitetura 6G, incluindo validadores de oráculos blockchain e mecanismos adaptativos de rede;

- Disseminação dos resultados obtidos por meio de artigos científicos em periódicos e conferências de alto impacto, participação ativa em eventos técnicos, realização de palestras e demonstrações presenciais e em vídeo.

A implementação dessa plataforma prototípica será coordenada de forma articulada com outros Grupos de Trabalho do Projeto Brasil 6G, especialmente aqueles voltados às camadas físicas, dispositivos embarcados, inteligência de borda e segurança. A intenção é promover uma integração vertical entre as diferentes camadas da arquitetura, assegurando interoperabilidade plena e coesão funcional entre os módulos desenvolvidos por diferentes frentes. Complementarmente, a equipe reforça seu compromisso com a produção científica qualificada, contribuindo para o avanço do estado da arte internacional e para o posicionamento estratégico do Brasil em temas como governança distribuída, redes programáveis, automação semântica e inclusão digital.

Finalmente, todos os esforços de integração e prototipação descritos também incluirão validações experimentais de provas de conceito, que funcionarão como referência para a definição de modelos regulatórios, padrões técnicos e diretrizes nacionais para a implantação segura, eficiente e soberana de redes 6G no país. Esses esforços estarão permanentemente alinhados aos princípios norteadores do Projeto Brasil 6G: soberania tecnológica, sustentabilidade, inovação aberta e inclusão social.

Referências

- [1] A. G. Dalla-Costa, A. Lisboa1, A. M. Alberti, and C. B. Both, “SLOrion: Democratização das Redes 6G através de Contratos Inteligentes e Fatiamento de Rede como Serviço,” in *Anais do XLIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, 2025, pp. 1–14.
- [2] D. G. S. Pivoto, T. T. Rezende, M. S. P. Facina, R. Moreira, F. de Oliveira Silva, K. V. Cardoso, S. L. Correa, A. V. D. Araujo, R. S. E. Silva, H. S. Neto, G. R. de Lima Tejerina, and A. M. Alberti, “A Detailed Relevance Analysis of Enabling Technologies for 6G Architectures,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 89 644–89 684, 2023.
- [3] A. M. Alberti, D. G. Pivoto, T. T. Rezende, A. V. Leal, C. B. Both, M. S. Facina, R. Moreira, and F. de Oliveira Silva, “Disruptive 6G architecture: Software-centric, AI-driven, and digital market-based mobile networks,” *Computer Networks*, vol. 252, p. 110682, 2024. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128624005140>
- [4] L. R. Dice, “Measures of the amount of ecologic association between species,” *Ecology*, vol. 26, no. 3, pp. 297–302, 1945. [Online]. Available: <https://doi.org/10.2307/1932409>