

Eduroam e 5G: Autenticação Integrada via Redes Móveis e Wi-Fi no Core 5G

Leonardo Azalim de Oliveira¹, Edelberto Franco Silva¹

¹Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Juiz de Fora – MG – Brasil

{leonardo.azalim,edelberto}@ice.ufjf.br

Resumo. A quinta geração de redes móveis (5G) introduziu nas redes celulares o paradigma orientado à serviços. Este paradigma trouxe mais flexibilidade ao 5G System (5GS), o que permite, além da maior facilidade de implementação, a redução dos custos de experimentação através de ambientes de simulação. É nesse contexto que surge a possibilidade da integração com redes não-3GPP (como Wi-Fi) e convergência do ponto de vista tanto da infraestrutura de rede quanto de identidades. Combinar atributos de identidade viabilizaria conectar novos sistemas de comunicação à bases já existentes. Assim, deve-se investigar soluções que permitam explorar tanto redes 3GPP quanto não-3GPP e que posteriormente sirvam de base para testes na federação Eduroam.

1. Introdução

A quinta geração de redes móveis (5G) teve sua especificação finalizada no ano de 2019, sendo este o mesmo ano em que surgiram as primeiras instalações comerciais de redes 5G. Quando comparado com as gerações anteriores, o 5G traz como principal diferença a introdução do chamado paradigma orientado a serviços. Este paradigma possibilita a virtualização de diversas partes da infraestrutura da rede celular, o que aumentou o nível de flexibilidade do 5G System (5GS) [Sultan 2022].

O 3rd Generation Partnership Project (3GPP) é um órgão que reúne grupos de trabalho que especificam as interfaces de rádio, protocolos e interfaces de rede das redes de telecomunicação. Como responsável por especificar as redes 5G e mais recentemente 6G, a organização influencia os rumos das tecnologias utilizadas por estas redes.

Os componentes da rede 5G são funcionalmente divididos em elementos chamados de *Network Functions* (NFs). O 5GS é um termo que abrange as diversas NFs das redes 5G e inclui também o 5G Core (5GC) que, do ponto de vista da infraestrutura, é o principal componente pois concentra a maior parte das NFs. No 5GC, foram introduzidas NFs, como o *Non-3GPP Inter Working Function* (N3IWF), que permitem conectar outros tipos de redes. Assim, surgiram novas possibilidades de integração com as chamadas redes não-3GPP, que inclui protocolos como o IEEE 802.11 (conhecido como Wi-Fi).

Tratando-se de Wi-Fi, é possível adquirir equipamentos que permitam realizar experimentos a um relativo baixo custo, entretanto, este ainda não é o caso de equipamentos de redes móveis 5G. Assim, principalmente ao considerar redes 5G e além (B5G), ambientes de simulação tornam-se cruciais para o aumento da eficiência e a redução dos custos de experimentação e planejamento [Shakya et al. 2024].

A integração de redes Wi-Fi com redes de telecomunicação já havia sido especificada na geração anterior *Long-Term Evolution* (LTE) [Cano et al. 2016], entretanto, devido à limitações da própria infraestrutura de redes móveis, não obteve tração suficiente

para ampla adoção [Solwise 2019]. Já no 5G, a maior flexibilidade contribuiu para permitir a integração das redes não-3GPP tornando possível a implementação de técnicas como o *Access Traffic Steering, Switching and Splitting* (ATSSS) [Oliveira and Silva 2023]. As redes não-3GPP incluem redes Wi-Fi, que são a tecnologia sem fio utilizada pela maioria dos pontos de acesso da federação Eduroam.

Desta forma, faz-se necessário investigar a possibilidade de implementação de ambientes de experimentação 5G que permitam testar a integração de redes não-3GPP e atributos relacionados, de modo que também sirvam de base para o planejamento da implantação segura destas redes em ambientes de produção como a federação Eduroam. Esse ambiente integrado e a utilização do ATSSS possibilitariam um aumento da área de cobertura da Eduroam de forma que a mudança entre e/ou utilização de múltiplas redes seria transparente para o usuário por utilizarem uma mesma identidade.

2. Fundamentação Teórica

O protocolo EAP-AKA', a aplicação de servidores RADIUS em redes 5G e a técnica de ATSSS possuem conceitos que são importantes para compreensão deste estudo.

O arcabouço *Extensible Authentication Protocol* (EAP) compreende algumas dezenas de métodos de autenticação, sendo que, alguns deles são comumente utilizados em redes de computadores [Oliveira and Silva 2023]. Dentre estes métodos, encontra-se o EAP-AKA' que é definido pela RFC 9048 e, segundo as especificações [3GPP 2024], pode ser utilizado em conjunto com o 5G-AKA para autenticação de *User Equipments* (UEs) em redes 5G públicas.

A autenticação de um UE utilizando o EAP-AKA' pode ser dividido em duas fases: Inicialização e Autenticação. A primeira fase serve para o envio dos identificadores do UE para o 5GC e definição do método de autenticação a ser utilizado na fase seguinte. Então, a segunda fase concentra, de fato, as etapas da autenticação entre o UE e a rede 5G com a consequente geração das chaves de sessão [de Oliveira and Silva 2024].

A integração de servidores de autenticação *Remote Authentication Dial-In User Service* (RADIUS) é previsto pelo 3GPP na especificação [3GPP 2023b]. O RADIUS é um protocolo de rede que provê autenticação, autorização e contabilização (*Authentication, Authorization, and Accounting* (AAA) em inglês), sendo o EAP-AKA' um dos métodos de autenticação suportados pelos servidores RADIUS [Cudbard-Bell 2017].

No contexto de uma rede 5G, o *User Plane Function* (UPF) fica responsável por fazer o *interworking* (interligação / tradução) dos pacotes *Internet Protocol* (IP) para outros protocolos utilizados internamente pelo 5G, de modo que os pacotes que chegam das redes externas são enviados ao UPF que, neste caso, atua como um roteador virtual.

Como parte do *Packet Data Unit* (PDU) *session establishment*, cuja sinalização encontra-se especificada, o *Session Management Function* (SMF) requisita a autenticação do usuário diretamente para o RADIUS via *Data Network Authentication, Authorization and Accounting* (DN-AAA). Então, o IP desse novo UE pode ser alocado tanto dentro do bloco do *Mobile Network Operator* (MNO) ou *Internet Service Provider* (ISP) quanto em uma *pool* de endereços privados. Essa alocação pode ser realizada tanto pelo próprio RADIUS quanto via serviço *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) do ISP.

Para trabalhar com o RADIUS, o SMF deve suportar as extensões EAP da RFC

3579, podendo o SMF representar um cliente RADIUS virtual que reencaminha as credenciais do usuário (provenientes do UE) para o servidor RADIUS presente no DN-AAA.

Como especificado em [3GPP 2023a], um UE *ATSSS-capable* é aquele que suporta a utilização da técnica de ATSSS. Para permitir a utilização de múltiplas interfaces, a técnica possui três principais funções: *Steering*, *Switching* e *Splitting*. No primeiro caso, o fluxo é estabelecido em uma das redes disponíveis no momento de sua criação. No segundo, o fluxo de uma rede, passa para outra. Já no último, as redes são utilizadas simultaneamente para encaminhamento de fluxos de rede. Destaca-se que o ATSSS contribui com a experiência do usuário evitando interrupções em fluxos de dados [Ghadialy 2019].

3. Resultados e Discussões

Tendo em vista os resultados de [de Oliveira and Silva 2024] e os conceitos apresentados na Seção 2, foi planejada a construção de um ambiente de testes.

Na configuração atual do ambiente estão presentes um par de *5G Node B* (gNB) e UE e um par de *Radio Access Network* (RAN) e UE não-3GPP através, respectivamente, das soluções UERANSIM e N3IWUE. Estes dispositivos virtuais estão funcionando em conjunto com uma instância de 5GC do projeto free5GC que além das funções padrão de uma rede 5G também provê o acesso à internet.

Durante a configuração deste ambiente, uma análise que complementa a que havia sido realizada em [Oliveira and Silva 2023] e contempla a versão mais recente do projeto free5GC foi efetuada. Como parte dos resultados desta análise, foi possível confirmar que as principais funções de um 5GC estão implementadas, sendo que o projeto já conta com o N3IWF, NF fundamental para testes relacionados ao ATSSS. Também foi possível observar que a base de dados utilizada pelo free5GC para, dentre outras coisas, autenticar os dispositivos é uma base não relacional (NoSQL). Dentre os atributos presentes na base, o *Public Land Mobile Network Identifier* (PLMN), o *Subscription Permanent Identifier* (SUPI), a chave compartilhada *K* e o *Operator Code* (OP) são os que, a princípio, devem ser agregados à identidade Eduroam para permitir a autenticação de dispositivos.

Para simular as funções de ATSSS, foi desenvolvido um protótipo compatível com a configuração. No momento, este protótipo utiliza as interfaces de rede dos dispositivos do ambiente para executar a função de *Switching*. É importante notar que, no atual estágio de desenvolvimento, o ambiente ainda não suporta a utilização de um servidor RADIUS para a autenticação. Além disso, faz-se necessário estender o protótipo para viabilizar o teste de mais casos de uso e aplicações da técnica de ATSSS. Ainda como parte dos resultados, o código fonte que permite reproduzir o ambiente encontra-se publicamente disponível no GitHub¹. Além de ser flexível, ele também possibilita criar instâncias de 5GC de forma mais eficiente já que automatiza diversas etapas da instalação do free5GC.

Em um contexto de Prova de Conceito (PoC), espera-se que seja possível utilizar a base de dados já implementada no free5GC combinando os atributos necessários para o correto funcionamento da federação (identidade Eduroam) com os do 5G. Esse tipo de configuração viabilizaria testar tanto a viabilidade da implementação da técnica de ATSSS no contexto da federação quanto explorar quais seriam os atributos necessários para o correto funcionamento dos dispositivos.

¹<https://github.com/oliveiraleo/free5gc-auto-deploy>

4. Conclusões e Próximos Passos

Neste estudo foi possível estudar e avaliar técnicas e protocolos envolvidos no planejamento de um ambiente de testes de código aberto que permite avaliar a possibilidade da integração de redes não-3GPP em ambientes 5G. A partir disso, foi possível implantar um ambiente simulado de testes contendo dispositivos 5G e de redes não-3GPP bem como implementar um protótipo que viabilizará testes da técnica de ATSSS no ambiente.

Os passos seguintes desta pesquisa envolvem avaliar a viabilidade da integração da autenticação de redes móveis e Wi-Fi no contexto da federação Eduroam. Finalmente, vislumbra-se atingir um ponto onde um ambiente de testes que permita avaliar a convergência de tecnologias, como descrito em [de Oliveira and Silva 2024], esteja implementado para então avaliar-se o impacto da adição da autenticação RADIUS no mesmo.

Agradecimentos

Esta pesquisa contou com o apoio financeiro da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- 3GPP (2023a). 3GPP TS 24.193 version 17.9.0 Release 17. Technical report, 3rd Generation Partnership Project.
- 3GPP (2023b). 3GPP TS 29.561 version 17.9.0 Release 17. Technical report, 3rd Generation Partnership Project.
- 3GPP (2024). 3GPP TS 33.501 version 17.13.0 Release 17. Technical report, 3rd Generation Partnership Project.
- Cano, C., Lopez-Perez, D., Claussen, H., and Leith, D. J. (2016). Using LTE in unlicensed bands: Potential benefits and coexistence issues. *IEEE communications magazine*, 54(12):116–123.
- Cudbard-Bell, A. (2017). Testing EAP-SIM and EAP-AKA. [Online]. Disponível em: <https://wiki.freeradius.org/guide/eap-sim>.
- de Oliveira, L. A. and Silva, E. F. (2024). Evaluation of EAP Usage for Authenticating Eduroam Users in 5G Networks.
- Ghadiyaly, Z. (2019). Introduction to 5G ATSSS – Access Traffic Steering, Switching and Splitting. [Online]. Disponível em: <https://blog.3g4g.co.uk/2019/11/introduction-to-atsss-access-traffic.html>.
- Oliveira, L. and Silva, E. (2023). Estudo e Avaliação de Métodos de Autenticação EAP na Infraestrutura de Redes de Telecomunicação 5G. In *Anais Estendidos do XXIII SBSeg*, pages 97–100, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Shakya, J., Ghribi, C., and Merghem-Boulahia, L. (2024). Agent-based modeling and simulation for 5G and beyond networks: A comprehensive survey. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 130:102855.
- Solwise (2019). Article – 5G. [Online]. Disponível em: <https://www.solwise.co.uk/article-5G>.
- Sultan, A. (2022). 5G System Overview. [Online]. Disponível em: <https://www.3gpp.org/technologies/5g-system-overview>.