

Wi-Fi 7 (802.11be): Um Avanço na Tecnologia de Redes Sem Fio de Alto Desempenho

Wi-Fi 7 (802.11be): Advancement in High-Speed Wireless Networking Technology

Wi-Fi 7 (802.11be): Avance de la tecnología de redes inalámbricas de alta gama

Arthur Lago Martins¹

Alex Ferreira dos Santos²

Guilherme Waldschmidt Pereira³

Robson Hebraico Cipriano Manicoba⁴

DOI: <https://doi.org/10.69872/revistafoz.v8i1.351>

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar os avanços tecnológicos do Wi-Fi 7 destacando suas melhorias em velocidade, alcance, eficiência e aplicações práticas. A metodologia adotada baseia-se em uma revisão bibliográfica e técnica de documentos oficiais, artigos científicos e publicações especializadas sobre redes sem fio. Os resultados evidenciam que, enquanto o Wi-Fi 6, lançado em 2019, foca na otimização da eficiência em ambientes com múltiplos dispositivos conectados, o Wi-Fi 7 oferece ganhos significativos em desempenho, como velocidades superiores, menor latência e suporte aprimorado a tecnologias emergentes, como realidade aumentada e virtual. Esses avanços posicionam o Wi-Fi 7 como uma tecnologia estratégica para aplicações de alta demanda e ambientes digitais mais complexos.

Palavras-chave: Wi-Fi 7; Wi-Fi 6; Redes Wi-Fi; Aplicações Wi-Fi.

Abstract: This article aims to analyze the technological advances of Wi-Fi 7, highlighting its improvements in speed, range, efficiency, and practical applications. The methodology adopted is based on a bibliographic and technical review of official documents, scientific articles, and specialized publications on wireless networks. The results show that, while Wi-Fi 6, launched in 2019, focuses on optimizing efficiency in environments with multiple connected devices, Wi-Fi 7 offers significant gains in performance, such as higher speeds, lower latency, and improved support for emerging technologies, such as augmented and virtual reality. These advances have positioned Wi-Fi 7 as a strategic technology for high-demand applications and more complex digital environments.

Keywords: Wi-Fi 7; Wi-Fi 6; Wi-Fi networks; Wi-Fi applications.

Resumen: Este artículo tiene como objetivo analizar los avances tecnológicos de Wi-Fi 7, destacando sus mejoras en velocidad, alcance, eficiencia y aplicaciones prácticas. La metodología adoptada se basa en una revisión bibliográfica y técnica de documentos oficiales, artículos científicos y publicaciones especializadas sobre redes inalámbricas. Los resultados muestran que mientras Wi-Fi 6, lanzado en 2019, se centra en optimizar la eficiencia en entornos con múltiples dispositivos conectados, Wi-Fi 7 ofrece importantes mejoras de rendimiento, como mayores velocidades, menor latencia y mejor soporte para tecnologías emergentes, como la realidad aumentada y virtual. Estos avances han posicionado a Wi-Fi 7 como una tecnología estratégica para aplicaciones de alta demanda y entornos digitales más complejos.

¹ Bacharel em Sistemas de Informação pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: 202110445@uesb.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1593-1492>.

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professor da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e da Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: alex.ferreira@ufrb.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6451-0419>.

³ Bacharel em Sistemas de Informação pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: guiwalper@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6290-7099>.

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: rhcmanicoba@uesb.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2474-7657>.

Palabras llave: Wi-Fi 7; Wifi 6; Redes Wifi; Aplicaciones Wifi.

1 Introdução

A preocupação com redes sem fio ganhou destaque na década de 1990, período em que pesquisadores começaram a abordar a crescente popularidade dos celulares, notebooks e *hardware* de comunicação sem fio (JOHNSON, 1996). Nesse contexto, surgiram questionamentos cruciais, como: “Como usuários móveis poderão se comunicar em ambientes sem infraestrutura fixa com fio?”. Contudo, o interesse por redes sem fio antecede os anos 1990, com pesquisas significativas já em andamento. Um exemplo notável é o Sistema ALOHA, desenvolvido entre as décadas de 1960 e 1970, que representou um marco inicial no uso de redes sem fio. Essas iniciativas pioneiras estabeleceram os fundamentos para tecnologias mais avançadas, culminando no Wi-Fi (ABRAMSON, 1985). A década de 1990, no entanto, foi decisiva para consolidar as redes sem fio, com o avanço de protocolos e o início da padronização de tecnologias. Assim, a combinação de estudos anteriores e inovações nesse período impulsionou a criação de sistemas sem fio eficientes e amplamente utilizados (RIKITIANSKAIA, 2024).

As redes sem fio têm avançado significativamente, consolidando o Wi-Fi como um pilar da comunicação global. Desde o lançamento do padrão 802.11, em 1997, cada atualização trouxe melhorias importantes em velocidade, capacidade e eficiência (IEEE, 1997). As versões mais recentes, Wi-Fi 5 (802.11ac) e Wi-Fi 6 (802.11ax), marcaram grandes avanços. O Wi-Fi 5 aumentou a largura de banda e a velocidade, enquanto o Wi-Fi 6 otimizou o uso do espectro e a gestão de dispositivos em redes com alta densidade. Essas inovações atenderam à crescente demanda por conexões mais rápidas, estáveis e eficientes, reforçando o papel do Wi-Fi em aplicações modernas (TOKHIROV; ALIEV, 2023).

Apesar dos avanços tecnológicos, a demanda por conexões mais rápidas e compatíveis com um número crescente de dispositivos continua urgente. Segundo (CISCO, 2020), o crescimento no número de dispositivos e conexões supera o aumento populacional, elevando a média de dispositivos por pessoa e por domicílio. Esse fenômeno é impulsionado principalmente pela expansão da Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) e de aplicações Máquina a Máquina (*Machine to Machine* – M2M). Como apontado por (CISCO, 2020), o número de usuários de internet cresceu de 3,9 bilhões em 2018 para 5,3 bilhões em 2023, aumentando a porcentagem da população conectada de 51% para 66%. A

Tabela 1 ilustra as taxas de crescimento anual composto (CAGR), que oferecem uma visão

estável e precisa do aumento médio ao longo do tempo, mesmo em cenários de flutuações. Esses dados confirmam que os dispositivos eletrônicos estão crescendo em uma escala significativamente superior ao crescimento populacional.

Tabela 1 - Índices de Crescimento e Quantidades em 2023

| Categoria | CAGR (%) | Quantidade em 2023 (bilhões) |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Dispositivos e conexões (global) | 10.0 | N/A |
| População | 1.0 | N/A |
| Usuários da Internet | 6.0 | N/A |
| Conexões M2M | 19.0 | 14.7 |
| Smartphones | 7.0 | N/A |
| TVs conectadas | 6.0 | 3.2 |
| PCs (declínio) | -2.3 | 1.2 PCs vs. 0.84 tablets |
| Participação do consumidor | 9.1 | N/A |
| Segmento empresarial | 12.0 | N/A |

Fonte: CISCO (2020)

O Wi-Fi 7 (802.11be) surge como uma solução para atender à crescente demanda por conexões mais rápidas e eficientes, trazendo avanços significativos em relação às versões anteriores. Este artigo propõe uma análise detalhada do Wi-Fi 7, comparando-o com seus predecessores e destacando suas principais diferenças. Serão abordadas as melhorias em desempenho, capacidade e latência, além de suas aplicações futuras em um cenário de redes cada vez mais exigentes. A evolução do Wi-Fi 7 reforça seu papel como tecnologia essencial para suportar o aumento de dispositivos conectados e novas demandas tecnológicas.

2 Metodologia

Os procedimentos metodológicos adotados neste estudo consistiram em uma revisão de literatura com foco em identificar e analisar as principais características e avanços da rede Wi-Fi 7. Foram consultadas fontes diversas, incluindo documentos oficiais do IEEE, artigos científicos relevantes disponíveis em bases como IEEE Xplore e Scopus, além de publicações técnicas e materiais de empresas do setor de tecnologia, como Qualcomm e Cisco. A seleção do material considerou critérios de atualidade, relevância técnica e aplicabilidade prática. O objetivo foi compreender os impactos técnicos e funcionais do Wi-Fi 7 em diferentes contextos de aplicação.

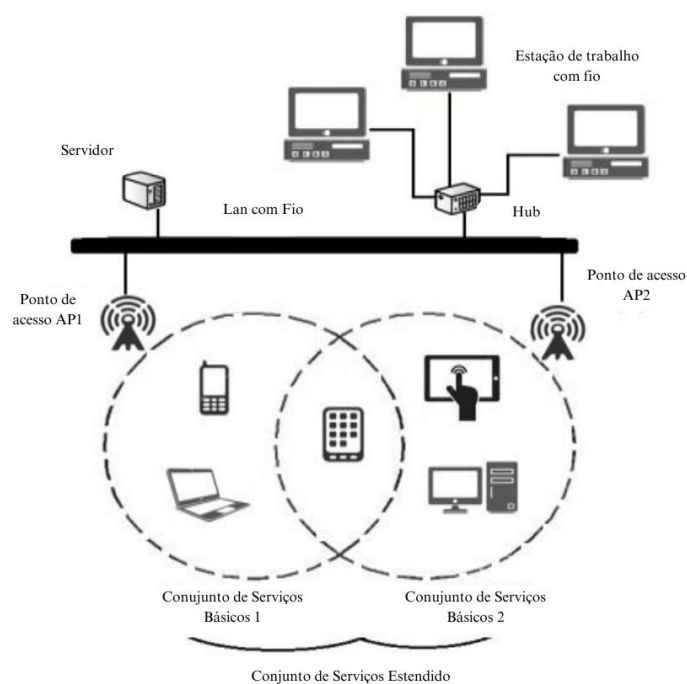
3 Histórico e Evolução das Redes Wi-Fi

As primeiras redes Wi-Fi surgiram com o padrão 802.11, projetado para fornecer conectividade sem fio em ambientes domésticos e de escritório, como ilustrado na Figura 1, que apresenta sua arquitetura (BANERJI; CHOWDHURY, 2013). Inicialmente, essas redes eram

limitadas em termos de velocidade, alcançando apenas 2 Mbps. Desde então, cada nova geração trouxe avanços tecnológicos expressivos, ampliando a capacidade e eficiência das redes sem fio. Em 2013, o Wi-Fi 5 (802.11ac) foi introduzido, oferecendo velocidades teóricas de até 3,5 Gbps ao utilizar a banda de 5 GHz, o que representou um salto significativo em comparação às gerações anteriores. No entanto, sua principal limitação era a dificuldade em gerenciar eficientemente um grande número de dispositivos conectados simultaneamente, uma necessidade cada vez mais presente em residências e empresas. Essa evolução contínua demonstra como o Wi-Fi tem se adaptado para atender às demandas crescentes de conectividade moderna (PAHLAVAN; KRISHNAMURTHY, 2021), (QUALCOMM, 2022).

O Wi-Fi 6, lançado em 2019, introduziu avanços significativos para superar limitações das gerações anteriores. Entre suas inovações estão o OFDMA (*Orthogonal Frequency-Division Multiple Access*), que subdivide canais para atender vários dispositivos simultaneamente, e a MU-MIMO (*Multi-User Multiple-Input, Multiple-Output*), que melhora a comunicação com múltiplos dispositivos ao mesmo tempo. Contudo, o aumento contínuo na demanda por maior largura de banda, menor latência e maior capacidade impulsionou o desenvolvimento de uma nova geração de Wi-Fi (MOZAFFARIAHRAR; THEOLEYRE; MENTH, 2022).

Figura 1 - Arquitetura das redes WLAN



Fonte: Banerji e Chowdhury (2013)

Os padrões mencionados anteriormente não são os únicos dentro da família IEEE 802.11, que inclui diversas versões projetadas para atender às diferentes necessidades de conectividade ao longo do tempo. Entre essas versões estão o Wi-Fi 1 (802.11b), Wi-Fi 2 (802.11a), Wi-Fi 3 (802.11g), Wi-Fi 4 (802.11n), Wi-Fi 5 (802.11ac) e Wi-Fi 6 (802.11ax), cada uma trazendo avanços tecnológicos que impulsionaram a evolução do Wi-Fi. Apesar das diferenças em velocidade, alcance e eficiência, esses padrões compartilham algumas características fundamentais, como o uso das bandas de frequência de 2,4 GHz e 5 GHz, que são cruciais para a operação de redes sem fio (KHOROV *et al.*, 2018)

O Wi-Fi 1 foi o primeiro a se popularizar devido à sua simplicidade e compatibilidade com a banda de 2,4 GHz, oferecendo velocidades de até 11 Mbps. O Wi-Fi 2, por sua vez, utilizava a banda de 5 GHz, oferecendo maior velocidade (54 Mbps) e menos interferências, mas com alcance mais limitado. Já o Wi-Fi 3 combinou o alcance do Wi-Fi 1 com a velocidade do Wi-Fi 2, ganhando grande aceitação no mercado.

Com o Wi-Fi 4, a introdução de tecnologias como MIMO possibilitou velocidades muito mais altas, alcançando até 600 Mbps. Posteriormente, o Wi-Fi 5 aprimorou a eficiência na banda de 5 GHz, trazendo velocidades gigabit, enquanto o Wi-Fi 6 focou na otimização de redes densas, melhorando a experiência em ambientes com muitos dispositivos conectados. Essas versões não apenas ampliaram a capacidade e eficiência das redes Wi-Fi, mas também pavimentaram o caminho para as gerações futuras, atendendo às crescentes demandas de conectividade moderna (YONIS, 2019).

Os diversos padrões IEEE 802.11 foram desenvolvidos para solucionar problemas relacionados à Qualidade de Serviço (QoS) e à segurança presentes nas versões anteriores (BANERJI; CHOWDHURY, 2013). Por exemplo, os padrões IEEE 802.11e e IEEE 802.11i introduziram novos mecanismos que aprimoraram o suporte à QoS e corrigiram vulnerabilidades de segurança. O IEEE 802.11n trouxe melhorias na camada MAC, superando limitações dos padrões anteriores. O IEEE 802.11s adicionou suporte à topologia de redes em malha, enquanto o IEEE 802.11u aprimorou a integração com redes externas não baseadas no padrão 802.11. Já o IEEE 802.11w, uma extensão do IEEE 802.11i, reforçou a proteção das estruturas de gerenciamento, elevando o nível de segurança em redes sem fio. Esses aprimoramentos demonstram a constante evolução do Wi-Fi para atender às demandas por maior eficiência,

flexibilidade e proteção.

4 Wi-Fi 7: Visão Geral

O Wi-Fi 7, identificado pelo padrão 802.11be, representa a mais avançada evolução das redes sem fio, projetado para atender às crescentes demandas de conectividade moderna. Ele oferece melhorias substanciais em relação às gerações anteriores, introduzindo novos recursos e ampliando a capacidade de transmissão de dados. Uma de suas principais inovações é o suporte para larguras de canal de até 320 MHz, o dobro do que é disponibilizado pelo Wi-Fi 6, permitindo uma transferência de dados muito mais rápida e eficiente. Com isso, o Wi-Fi 7 alcança velocidades teóricas impressionantes de até 46 Gbps, tornando-se uma solução ideal para aplicações que exigem alto desempenho, como realidade virtual, *streaming* em 8K e redes industriais.

Outro destaque do Wi-Fi 7 é o uso da modulação 4096-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), que aumenta a eficiência espectral ao codificar mais informações em cada onda de rádio. Essa modulação permite um aumento significativo na densidade de dados transmitidos, embora exija condições de sinal ideais para funcionar de forma eficaz. Além disso, o Wi-Fi 7 introduz o *Multi-Link Operation* (MLO), uma tecnologia que permite a utilização simultânea de múltiplos *links* em diferentes bandas de frequência, como 2,4 GHz, 5 GHz e 6 GHz. O MLO melhora a confiabilidade da conexão, equilibrando a carga entre os *links* e reduzindo a latência, especialmente em ambientes com alta densidade de dispositivos conectados. Essa coordenação *multi-link* garante uma experiência de usuário mais estável e eficiente, mesmo em situações de tráfego intenso.

Com essas inovações, o Wi-Fi 7 não apenas amplia a capacidade de transmissão, mas também estabelece um novo padrão de qualidade para redes sem fio, atendendo às exigências de um mundo cada vez mais conectado. Ele promete transformar o uso de dispositivos IoT, otimizar redes domésticas e empresariais e fornece suporte robusto para aplicações futuras que demandam alta largura de banda e baixa latência (MURAD *et al.*, 2024).

4.1 *Multi-Link Operation* (MLO)

O *Multi-Link Operation* (MLO) é uma das inovações mais marcantes introduzidas pelo Wi-Fi 7. Essa tecnologia permite que dispositivos se conectem a múltiplas bandas de frequência simultaneamente, utilizando vários *links* ao mesmo tempo. A principal vantagem do MLO é a capacidade de agregar essas conexões, otimizando a largura de banda e aumentando a

confiabilidade da rede, especialmente em ambientes de alta densidade de dispositivos, como grandes eventos, escritórios corporativos ou indústrias conectadas.

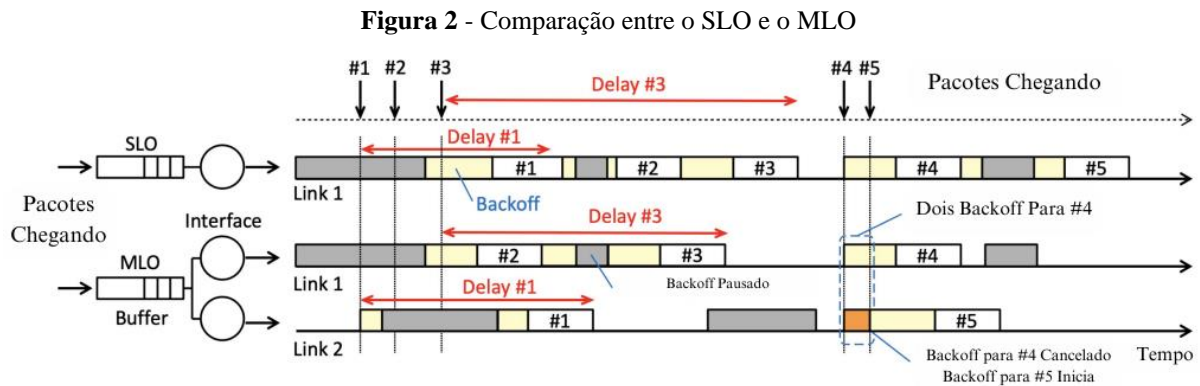
Enquanto o Wi-Fi 6 opera com o *Single-Link Operation* (SLO), onde os dispositivos se conectam a uma única banda por vez, essa limitação pode resultar em maior latência e redução de desempenho em redes congestionadas. O MLO resolve esse desafio ao permitir que os dispositivos alternem automaticamente entre as bandas disponíveis, priorizando a menos congestionada e garantindo uma conexão estável. Essa funcionalidade é crucial em cenários com alta demanda por conectividade, onde a qualidade da rede deve ser mantida mesmo em condições de sobrecarga. Na Figura 2, é possível observar a diferença entre os sistemas SLO e MLO, destacando como o MLO transforma a experiência de uso ao proporcionar maior eficiência e desempenho em redes complexas e densamente ocupadas.

Ao observar a Figura 2, na parte superior, no SLO, a transmissão de pacotes ocorre por meio de um único *link*, representado na figura como *Link 1*. Nesse caso, os pacotes (#1, #2, #3, etc.) são enviados de forma sequencial. Quando novos pacotes chegam (#4 e #5), eles precisam aguardar que os anteriores sejam transmitidos, o que pode causar atrasos significativos (*delays*), especialmente em situações de congestionamento. Além disso, o *backoff* (mecanismo utilizado para evitar colisões em redes compartilhadas) também impacta a performance, já que ele pausa a transmissão enquanto aguarda a liberação do canal, aumentando ainda mais o tempo total de envio. Essa abordagem limita o desempenho, especialmente em cenários de alta densidade de dispositivos conectados.

No MLO, exibido na parte inferior da figura, a transmissão ocorre simultaneamente em múltiplos links (*Link 1* e *Link 2*). Essa capacidade de dividir os pacotes entre diferentes canais reduz drasticamente a latência e aumenta a eficiência. Por exemplo, enquanto o pacote #2 é transmitido pelo *Link 1*, o pacote #1 é enviado simultaneamente pelo *Link 2*, eliminando os atrasos sequenciais observados no SLO. Além disso, o MLO gerencia o *backoff* de maneira mais eficiente, pausando-o em um *link* (caso do pacote #4 no *Link 1*) e utilizando o outro *link* para continuar a transmissão (envio do pacote #5 pelo *Link 2*). Isso evita interrupções e garante maior confiabilidade, mesmo em ambientes congestionados.

Em resumo, o SLO opera em um único canal, resultando em atrasos e menor desempenho em redes congestionadas, enquanto o MLO utiliza múltiplos links de forma simultânea, maximizando a eficiência, reduzindo a latência e otimizando a experiência em redes densas e de

alta demanda. A figura evidencia como o MLO é uma evolução significativa frente às limitações do SLO.

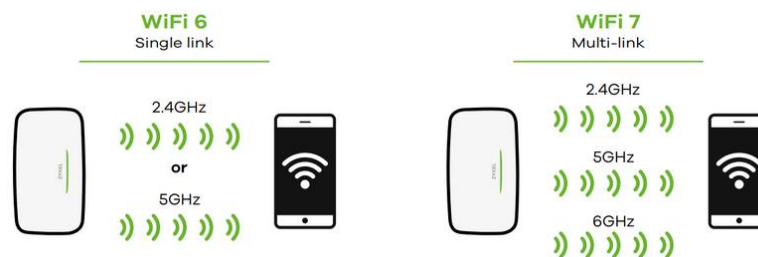


Fonte: Bellalta et al. (2023)

Em ambientes críticos, como jogos online, realidade aumentada (*Augmented Reality* – AR) e realidade virtual (*Virtual Reality* – VR), a operação simultânea em várias bandas assegura a baixa latência essencial para uma experiência fluida. Além disso, o MLO minimiza o impacto de interferências e interrupções momentâneas de sinal, equilibrando automaticamente o tráfego entre as diferentes frequências.

A Figura 3 compara o Wi-Fi 6, que utiliza um único *link* (*single-link*) e opera nas bandas de 2.4 GHz ou 5 GHz, com o Wi-Fi 7, que adota um *link* múltiplo (*multi-link*) e permite o uso simultâneo das bandas de 2.4 GHz, 5 GHz e 6 GHz. Com o MLO, dispositivos clientes podem se conectar simultaneamente a múltiplos pontos de acesso (APs), o que aumenta a estabilidade da conexão, especialmente durante o deslocamento dos usuários. Isso resulta em maior *throughput* (taxa de transferência de dados), melhorias no *roaming* (transição entre pontos de acesso) e uma conectividade mais estável, proporcionando uma experiência de usuário significativamente aprimorada.

Figura 3 - Comparação entre o Wi-Fi com single link e Wi-Fi 7 com multi-link

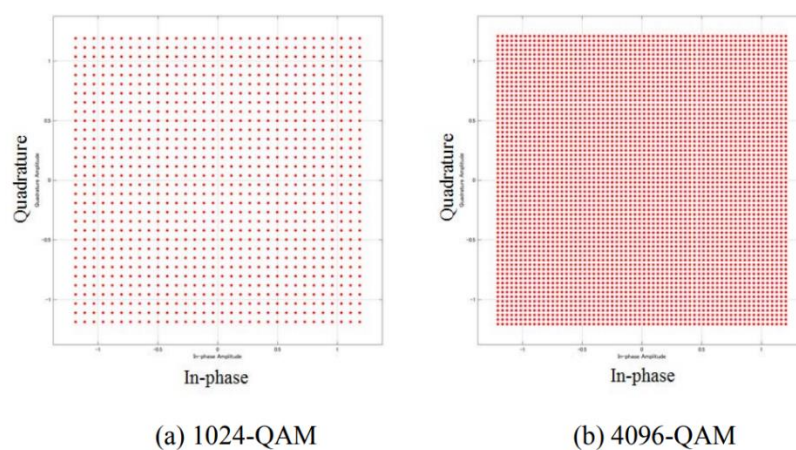


Fonte: Zyxel (2024)

4.2 Modulação 4096-QAM e Largura de Canal

A modulação 4096-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*), introduzida no Wi-Fi 7, representa um avanço significativo em relação à modulação 1024-QAM utilizada no Wi-Fi 6. O QAM é uma técnica de modulação que transmite dados variando a amplitude de dois sinais portadores (em quadratura), e o número no nome (4096) indica a quantidade de estados diferentes que esses sinais podem assumir. Quanto maior o número de estados, maior a quantidade de dados transmitidos por segundo, embora isso exija uma qualidade de sinal mais alta, o que pode ser desafiador em redes com condições adversas. A Figura 4 ilustra claramente a diferença entre o 1024-QAM e o 4096-QAM (TIAN; OTA; OTSUKA, 2018).

Figura 4 - Comparação entre o 4096-QAM e o 1024-QAM



Fonte: TIAN, OTA e OTSUKA (2018)

A modulação 4096-QAM permite que o Wi-Fi 7 atinja taxas de transferência de dados muito mais altas em comparação com as gerações anteriores. Isso ocorre porque o 4096-QAM codifica 12 bits por símbolo, enquanto o 1024-QAM do Wi-Fi 6 codifica apenas 10 bits. Essa maior eficiência espectral resulta em um aumento expressivo nas taxas de dados, desde que o ambiente de transmissão suporte sinais de alta qualidade (QUALCOMM, 2022).

Além disso, o Wi-Fi 7 expande a largura de canal para até 320 MHz, o dobro do Wi-Fi 6, que suporta 160 MHz. A combinação da largura de canal ampliada e da modulação 4096-QAM permite que o Wi-Fi 7 atinja taxas de transferência teóricas de até 46 Gbps, tornando-o ideal para aplicações de alto desempenho, como transmissão de vídeo em 8K, jogos em nuvem e automação industrial (CHAUHAN, 2021).

5 Versões de Wi-Fi

5.1 Wi-Fi 5 (802.11ac)

O Wi-Fi 5 representou um avanço considerável em relação às gerações anteriores, com suporte à banda de 5 GHz e velocidades teóricas de até 3,5 Gbps. Contudo, sua dependência de canais largos (80 MHz ou 160 MHz) para alcançar essas velocidades reduzia sua eficiência em ambientes com muitos dispositivos conectados ao mesmo tempo. Além disso, o Wi-Fi 5 não incluía suporte à banda de 6 GHz, o que limitava sua capacidade de lidar com interferências em áreas com alta densidade de dispositivos. Em comparação com o Wi-Fi 7, o Wi-Fi 5 apresenta várias limitações: a capacidade reduzida de suportar um grande número de dispositivos simultâneos, a falta de bandas adicionais para maior flexibilidade e a menor largura de banda disponível. Essas restrições tornam o Wi-Fi 5 menos eficaz em ambientes de alta demanda, como grandes escritórios ou eventos com muitos dispositivos conectados. Por outro lado, o Wi-Fi 7, com a utilização das bandas de 2.4 GHz, 5 GHz e 6 GHz e a modulação avançada, supera essas limitações, oferecendo maior eficiência, capacidade e desempenho geral (NASIR; MUSTAQIM; KHAWAJA, 2014), (CHAUHAN, 2021).

5.2 Wi-Fi 6 (802.11ax)

O Wi-Fi 6 trouxe avanços significativos em relação ao Wi-Fi 5, destacando-se pelo uso do OFDMA (*Orthogonal Frequency-Division Multiple Access*), que otimiza a utilização dos canais, e pelo suporte à banda de 6 GHz com a introdução do Wi-Fi 6E. A tecnologia MU-MIMO (*Multi-User, Multiple-Input, Multiple-Output*) também foi incorporada, permitindo a comunicação simultânea com vários dispositivos, aumentando a capacidade da rede e melhorando o desempenho em ambientes com alta densidade de dispositivos. Essas inovações garantiram maior eficiência e melhor desempenho, especialmente em locais com muitos dispositivos conectados (LOPEZ-PEREZ *et al.*, 2019).

No entanto, o Wi-Fi 7 eleva ainda mais o nível de desempenho. Ele dobra a largura de canal para 320 MHz, o que possibilita maior capacidade de transmissão de dados. A introdução do MLO (*Multi-Link Operation*) melhora significativamente a latência e a confiabilidade da conexão, permitindo que dispositivos se conectem a múltiplos pontos de acesso simultaneamente. Além disso, o Wi-Fi 7 utiliza a modulação 4096-QAM, que oferece uma eficiência espectral muito

superior à modulação 1024-QAM do Wi-Fi 6, permitindo transferências de dados mais rápidas e com maior capacidade, o que resulta em uma performance significativamente melhorada, especialmente em aplicações de alta demanda (CHAUHAN, 2021).

5.3 Wi-Fi 7 (802.11be)

O Wi-Fi 7 (802.11be) traz uma série de melhorias em relação às gerações anteriores, Wi-Fi 5 (802.11ac) e Wi-Fi 6 (802.11ax), que o tornam ideal para atender às crescentes demandas de conectividade de dispositivos modernos e aplicações intensivas em dados.

Em comparação com o Wi-Fi 5, o Wi-Fi 7 oferece uma capacidade muito maior de lidar com múltiplos dispositivos simultaneamente, algo essencial em ambientes densos, como grandes escritórios, estádios ou eventos ao vivo. Enquanto o Wi-Fi 5 opera com canais de até 160 MHz, o Wi-Fi 7 pode utilizar canais de até 320 MHz, permitindo velocidades de transmissão de dados muito mais rápidas. Isso é particularmente benéfico para o streaming de vídeos em 8K, jogos em nuvem e outras aplicações que exigem altas taxas de dados. Além disso, o Wi-Fi 5 não oferece suporte para a banda de 6 GHz, uma limitação que o Wi-Fi 7 resolve, ao disponibilizar uma terceira banda de 6 GHz, reduzindo as interferências e congestionamentos, e garantindo uma experiência mais estável (HAN *et al.*, 2024).

Em relação ao Wi-Fi 6, o Wi-Fi 7 introduz o *Multi-Link Operation* (MLO), uma tecnologia que permite a comunicação simultânea em múltiplas bandas de frequência (2,4 GHz, 5 GHz e 6 GHz). Isso melhora significativamente a confiabilidade e a latência, garantindo conexões mais rápidas e estáveis, especialmente em ambientes com alta densidade de dispositivos. O Wi-Fi 6, embora tenha introduzido melhorias como o OFDMA e MU-MIMO, que otimizaram a gestão de múltiplos dispositivos e a utilização de espectro, ainda está limitado a operar com uma única banda por vez, o que pode aumentar a latência e reduzir o desempenho em áreas congestionadas (HAN *et al.*, 2024)..

A modulação 4096-QAM do Wi-Fi 7, por sua vez, proporciona uma maior eficiência espectral, codificando 12 bits por símbolo, em comparação com o 1024-QAM do Wi-Fi 6, que codifica 10 bits. Isso resulta em uma maior taxa de transferência de dados e uma performance superior em relação a redes congestionadas, especialmente para aplicações como realidade aumentada e virtual, que exigem uma conectividade de alta capacidade.

Tecnologias atuais de mercado, como o streaming de vídeo em resolução 8K, automação industrial, e a crescente adoção da Internet das Coisas (IoT), beneficiam-se enormemente dessas

melhorias. Por exemplo, em um ambiente industrial, o Wi-Fi 7 pode ser usado para conectar sensores e dispositivos de automação em tempo real, enquanto em um evento ao vivo, ele pode suportar milhares de dispositivos conectados simultaneamente, garantindo uma experiência sem interrupções. Com a introdução dessas tecnologias e melhorias, o Wi-Fi 7 está preparado para lidar com os desafios das redes de alta demanda e múltiplos dispositivos conectados, elevando a experiência do usuário a novos patamares (JOBISH *et al.*, 2024).

6 Casos de Uso e Aplicações Futuras

6.1 Mobilidade Urbana

O Wi-Fi 7 tem o potencial de transformar a mobilidade urbana, permitindo uma comunicação em tempo real entre veículos, pedestres e a infraestrutura das cidades. A capacidade de operar em múltiplas bandas simultaneamente, por meio da Operação *Multi-Link* (MLO), assegura uma conectividade mais robusta, com menor latência e maior confiabilidade. Essa melhoria é fundamental para aplicações como veículos autônomos, que dependem de informações precisas e em tempo real sobre o tráfego e as condições das vias para operar com segurança. O Wi-Fi 7 facilita a troca de dados entre veículos e sistemas urbanos inteligentes, minimizando riscos de falhas de comunicação e melhorando a coordenação entre os elementos que compõem o ecossistema de mobilidade. Ao garantir uma conexão estável e rápida, o Wi-Fi 7 pode otimizar a gestão do tráfego, a segurança no trânsito e, até mesmo, o desempenho de sistemas de transporte público inteligente. Com essas inovações, o Wi-Fi 7 não só apoia a evolução dos veículos autônomos, mas também contribui para o desenvolvimento de cidades mais conectadas e eficientes (CHAUHAN, 2021).

6.2 Saúde

O Wi-Fi 7 é ideal para suportar aplicações críticas, como a telemedicina e o monitoramento remoto de pacientes, graças à sua alta capacidade de transmitir dados com grande velocidade e confiabilidade. Com a possibilidade de usar canais de até 320 MHz e operar em múltiplas bandas simultaneamente, o Wi-Fi 7 assegura uma conexão estável para a transmissão de dados médicos essenciais. Isso é crucial em situações de urgência, como a realização de uma consulta remota via vídeo ou o envio de exames em tempo real. Por exemplo, durante uma consulta de telemedicina, o Wi-Fi 7 pode transmitir imagens de alta resolução de tomografias ou exames de raio-X sem interrupções. Da mesma forma, em situações de monitoramento remoto, dispositivos

como monitores cardíacos e sensores de glicose podem enviar dados críticos instantaneamente aos profissionais de saúde, possibilitando decisões rápidas e precisas. Com essa infraestrutura, o Wi-Fi 7 não só aprimora a qualidade do atendimento, mas também contribui para a expansão de cuidados de saúde à distância (EEWEB, 2023).

6.3 IoT (Internet das Coisas)

No ecossistema IoT, o Wi-Fi 7 se destaca por sua capacidade de suportar uma grande quantidade de dispositivos conectados simultaneamente, sem comprometer o desempenho. Em ambientes como casas inteligentes, a largura de banda aumentada e a capacidade de operação em múltiplas bandas são cruciais para garantir a eficiência das conexões. Por exemplo, dispositivos como termostatos inteligentes, câmeras de segurança, assistentes virtuais como Amazon Alexa ou Google Home, e eletrodomésticos conectados, como geladeiras e aspiradores de pó robô, podem operar de maneira mais fluida e responsiva. Além disso, ao integrar-se com soluções de inteligência artificial (IA), o Wi-Fi 7 possibilita a automação e o monitoramento inteligente da casa. Isso significa que, por exemplo, as câmeras de segurança podem enviar vídeos em alta definição sem interrupções, os termostatos ajustam automaticamente a temperatura com base nas preferências do usuário e os assistentes virtuais respondem de forma mais rápida e precisa às solicitações. Assim, o Wi-Fi 7 cria uma infraestrutura robusta e confiável, essencial para uma experiência de casa inteligente verdadeiramente integrada e eficiente (QUALCOMM, 2022), (RAZAK; ZOLKIPLI, 2024).

6.4 Jogos

Com latência ultra baixa e altas taxas de transferência, o Wi-Fi 7 transforma a experiência de jogos online, especialmente em jogos em nuvem e competições de eSports, onde cada milissegundo faz a diferença. A operação em canais de 320 MHz e a modulação 4096-QAM garantem uma comunicação rápida e estável entre os servidores de jogos e os jogadores. Por exemplo, em jogos como *Fortnite*, *League of Legends* ou *Call of Duty*, os jogadores podem ter uma experiência mais fluida, com menos atrasos e interrupções, essenciais para uma competição justa e de alto nível. Além disso, em plataformas de jogos em nuvem como o Google Stadia ou NVIDIA GeForce NOW, o Wi-Fi 7 permite uma transmissão de jogos em alta definição e sem latência perceptível, garantindo que a experiência seja quase tão boa quanto o jogo local. Essa melhoria na conectividade não apenas eleva o nível de imersão, mas também aprimora a competitividade,

proporcionando aos jogadores uma vantagem significativa em competições online de eSports (MEDIATEK, 2022), (CARRASCOSA-ZAMACOIS *et al.*, 2024)

6.5 Realidade Aumentada (AR) e Realidade Estendida (XR)

A largura de banda ampliada e a baixa latência do Wi-Fi 7 são cruciais para aplicações de Realidade Aumentada (AR) e Realidade Estendida (XR), que exigem altas velocidades de dados e mínima latência para proporcionar experiências imersivas e interativas. Com modulação avançada, canais largos de até 320 MHz e o Multi-Link Operation (MLO), o Wi-Fi 7 garante uma comunicação ininterrupta, essencial para interações em tempo real com ambientes virtuais. Por exemplo, em aplicativos de AR como o *Microsoft HoloLens* ou jogos XR como *Beat Saber*, os usuários podem se mover livremente e interagir com o conteúdo digital sem atrasos ou falhas, criando uma experiência muito mais realista. Além disso, no setor educacional, plataformas de AR para treinamento, como o *zSpace*, se beneficiam da alta capacidade do Wi-Fi 7 para oferecer experiências de aprendizagem mais imersivas, com visualizações em 3D em tempo real e interações precisas com objetos virtuais. Essas características permitem uma imersão mais profunda e fluída, essencial para o sucesso de experiências interativas em AR e XR (QUALCOMM, 2022), (JAGATHEESAPERUMAL *et al.*, 2024).

6.6 Streaming

O streaming de vídeo em 4K e 8K tira pleno proveito da capacidade de *throughput* do Wi-Fi 7, que suporta canais de até 320 MHz e o MU-MIMO aprimorado para múltiplos usuários. Com essa tecnologia, vários dispositivos podem transmitir conteúdo simultaneamente sem qualquer perda de qualidade, garantindo uma experiência de visualização contínua e sem interrupções. Em um ambiente residencial, por exemplo, múltiplos dispositivos como TVs 4K, smartphones e tablets podem exibir vídeos em 8K do Netflix ou YouTube ao mesmo tempo, sem afetar o desempenho de cada um. Já em ambientes comerciais, como cinemas em casa ou lojas de varejo, o Wi-Fi 7 permite que várias telas transmitam conteúdo de alta definição sem interferências, ideal para exibirem vídeos promocionais ou conteúdos de entretenimento em alta resolução. Essa capacidade assegura uma experiência de visualização ininterrupta e de alta qualidade, tanto em casas inteligentes quanto em ambientes corporativos (Wi-Fi Alliance 2024).

6.7 Data Centers

Em data centers, o Wi-Fi 7 aprimora a gestão do tráfego de dados, permitindo uma

comunicação mais eficiente entre servidores e dispositivos conectados. A tecnologia oferece suporte a mecanismos de balanceamento de carga, integrando-se com sistemas de Inteligência Artificial (IA) para otimizar o uso da largura de banda e dos recursos disponíveis. Por exemplo, em ambientes de computação em nuvem, como os serviços da Amazon Web Services (AWS) ou Google Cloud, o Wi-Fi 7 pode melhorar a alocação dinâmica de recursos, ajustando automaticamente a largura de banda conforme a demanda de tráfego, garantindo uma experiência mais fluida para os usuários. Além disso, a baixa latência e a alta capacidade de *throughput* reduzem os tempos de resposta e melhoram a eficiência operacional, sendo essenciais para a manutenção da alta disponibilidade dos serviços. Isso é crucial em centros de dados que operam com sistemas críticos, como os utilizados em finanças, saúde e telecomunicações, onde a confiabilidade e a velocidade da comunicação de dados são fundamentais (QUALCOMM, 2022).

6.8 Agricultura

O Wi-Fi 7 desempenhará um papel essencial na agricultura moderna, promovendo a conectividade necessária para sustentar a transformação digital no campo. Com sua alta velocidade, baixa latência e capacidade de suportar múltiplos dispositivos, ele possibilita a integração eficiente de sensores IoT, drones e máquinas autônomas. Por exemplo, sensores de solo podem monitorar em tempo real a umidade e os nutrientes, enviando dados precisos para os agricultores ajustarem o uso de água e fertilizantes, reduzindo desperdícios e custos. Drones equipados com câmeras de alta resolução e conectados via Wi-Fi 7 podem realizar mapeamentos detalhados de grandes áreas agrícolas, detectando pragas e falhas de plantio rapidamente. Máquinas agrícolas autônomas, como tratores e colheitadeiras, também se beneficiam da conectividade confiável para operar de forma coordenada e eficiente. Além disso, o Wi-Fi 7 facilita o acesso a plataformas de gestão agrícola baseadas na nuvem, permitindo análises avançadas e tomadas de decisão em tempo real, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e produtiva (SINGH; SOBTI, 2022).

6.9 Educação

O Wi-Fi 7 é uma ferramenta essencial para modernizar a educação, permitindo experiências de aprendizado interativas e de alta qualidade. Com sua alta velocidade e baixa latência, ele viabiliza transmissões ao vivo em 4K para aulas online, garantindo engajamento mesmo à distância. Em salas de aula inteligentes, dispositivos como tablets e quadros digitais conectados simultaneamente operam sem interferências, otimizando atividades colaborativas.

Tecnologias como realidade virtual (VR) e aumentada (AR), utilizadas para simulações em disciplinas como ciências e engenharia, tornam-se mais acessíveis graças à estabilidade e à largura de banda do Wi-Fi 7. Além disso, bibliotecas digitais e plataformas de ensino híbrido podem integrar um número maior de usuários, melhorando a inclusão educacional (GEORGE; GEORGE; BASKAR, 2023).

Com o Wi-Fi 7, alunos e professores poderão realizar videochamadas em alta resolução sem interrupções, acessar plataformas como Google Classroom, Microsoft Teams ou Moodle com mais agilidade e utilizar recursos que exigem maior largura de banda. Um exemplo prático é o uso do Google Expeditions em aulas de geografia e ciências, permitindo que estudantes “viajem” virtualmente para diferentes partes do mundo ou explorem estruturas celulares em três dimensões, com fluidez e sem travamentos.

6.10 Social e Econômico

O Wi-Fi 7 tem potencial para promover a inclusão digital em larga escala. Muitas famílias em áreas urbanas periféricas ou comunidades rurais ainda enfrentam dificuldades de acesso à Internet rápida e estável, o que compromete o desempenho escolar dos estudantes. Com a nova geração de Wi-Fi, é possível expandir redes comunitárias, como as que já ocorrem em projetos sociais em favelas do Rio de Janeiro ou regiões isoladas da Amazônia, oferecendo conexão de qualidade para múltiplas residências ao mesmo tempo. Isso permite que crianças e adolescentes dessas regiões participem de aulas virtuais com o mesmo nível de qualidade que alunos em centros urbanos, reduzindo a desigualdade educacional. Outro exemplo relevante é o uso de conteúdos da Khan Academy ou da Fundação Lemann, que oferecem cursos e vídeos gratuitos, mas exigem conexão estável para pleno aproveitamento.

No campo social e econômico, o Wi-Fi 7 também pode ser um importante vetor de desenvolvimento em regiões menos favorecidas. A conectividade de alta qualidade possibilita não apenas o acesso à educação formal, mas também à qualificação profissional por meio de cursos online, ampliando as chances de inserção no mercado de trabalho. Além disso, centros comunitários, bibliotecas públicas e escolas podem se tornar polos de inclusão digital, oferecendo Internet gratuita e ambientes de aprendizagem para a população. Isso estimula o empreendedorismo local, o teletrabalho e a criação de soluções inovadoras dentro das próprias comunidades. Com isso, o avanço do Wi-Fi 7 vai além da melhoria técnica: ele se transforma em um instrumento de transformação social, democratização do conhecimento e redução das desigualdades regionais.

7 Wi-Fi 7 à gestão social e ao desenvolvimento regional

A evolução tecnológica do Wi-Fi 7 representa um marco significativo para a conectividade no Brasil e no mundo, trazendo possibilidades concretas de transformação no campo da gestão social e do desenvolvimento regional. Com velocidades que podem ultrapassar 30 Gbps, menor latência e maior capacidade de conexões simultâneas, essa nova geração de redes sem fio vai além de um simples avanço técnico. Ela pode se tornar um instrumento estratégico para a construção de cidades inteligentes, modernização de serviços públicos e fortalecimento da economia digital, especialmente em um país com grandes desigualdades regionais como o Brasil.

Nas cidades inteligentes, o Wi-Fi 7 pode proporcionar a infraestrutura necessária para integrar e otimizar diferentes sistemas urbanos. Com uma rede mais robusta e estável, tecnologias como sensores de trânsito, iluminação pública inteligente, câmeras de vigilância com reconhecimento facial e gestão automatizada de resíduos tornam-se mais eficientes. Cidades como São Paulo, Curitiba e Florianópolis, que já investem em soluções de smart cities, poderiam ampliar seus projetos com base nessa conectividade aprimorada. Além disso, a coleta e análise de dados em tempo real favorecem a tomada de decisões mais ágeis por parte das gestões municipais, promovendo políticas públicas mais eficazes e centradas nas reais necessidades da população.

A modernização dos serviços públicos também pode ser profundamente impactada pelo Wi-Fi 7. Com conexões mais rápidas e confiáveis, escolas públicas poderão oferecer acesso a plataformas digitais de ensino, como Google Classroom e Khan Academy, inclusive com uso de recursos em realidade aumentada e laboratórios virtuais. Unidades de saúde poderão integrar prontuários eletrônicos, realizar teleconsultas e agilizar processos internos. Órgãos de atendimento ao cidadão poderão digitalizar procedimentos, reduzindo filas e facilitando o acesso da população a serviços básicos. Essas melhorias são especialmente relevantes em regiões carentes, onde a presença física de infraestrutura ainda é limitada, mas onde uma boa conexão pode significar inclusão e dignidade.

O impacto do Wi-Fi 7 no desenvolvimento regional também se relaciona diretamente com a expansão da economia digital. Em regiões menos favorecidas do Brasil, como o Norte e o Nordeste, a conectividade de alta qualidade pode estimular o empreendedorismo local, a criação de *startups*, o trabalho remoto e o acesso à educação técnica e superior à distância. Projetos como o “Internet para Todos” (GOV, 2017), do governo federal, poderiam ser potencializados por essa

nova tecnologia, levando Internet veloz a comunidades quilombolas, indígenas, ribeirinhas e áreas rurais afastadas. Isso contribui não apenas para a inclusão digital, mas também para a descentralização da economia e retenção de talentos nas próprias comunidades.

Outro ponto importante é que a democratização do acesso ao Wi-Fi 7 pode reduzir a dependência de grandes centros urbanos e promover uma distribuição mais equilibrada do crescimento econômico. Jovens que antes precisariam migrar para as capitais em busca de estudo e emprego poderão se desenvolver profissionalmente em suas cidades de origem, através de plataformas como Coursera, SENAI EAD ou Sebrae. Com o apoio de políticas públicas voltadas para a capacitação digital e infraestrutura tecnológica, o Brasil pode transformar essa revolução na conectividade em um passo firme em direção à equidade regional.

Portanto, a implementação do Wi-Fi 7 no Brasil não deve ser tratada apenas como uma inovação tecnológica, mas como uma ferramenta de transformação social e regional. Quando aliada à gestão pública eficiente e a estratégias de inclusão digital, essa tecnologia tem o poder de integrar o país de forma mais justa, promovendo cidades mais inteligentes, serviços públicos mais eficazes e oportunidades reais de crescimento econômico e social em todas as regiões. A conectividade, neste cenário, torna-se sinônimo de cidadania e desenvolvimento sustentável.

8 Políticas públicas de conectividade

A conectividade digital é um dos pilares para o desenvolvimento socioeconômico no século XXI, e o Brasil, nos últimos anos, tem adotado políticas públicas voltadas à expansão do acesso à Internet em todo o território nacional. Iniciativas como o programa “Wi-Fi Brasil” (GOV, 2022), coordenado pelo Ministério das Comunicações, buscam levar Internet de alta velocidade, por meio de satélites e redes terrestres, a escolas, unidades de saúde, comunidades indígenas e áreas rurais remotas. No mesmo sentido, o “Programa Nordeste Conectado” (GOV, 2020a), realizado em parceria com universidades federais e a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) (GOV, 2020b), tem ampliado a infraestrutura de fibra óptica em regiões historicamente carentes de conectividade. Essas ações representam avanços significativos, mas ainda enfrentam desafios relacionados à qualidade da conexão e à capacidade de atender à crescente demanda por serviços digitais.

É nesse contexto que o Wi-Fi 7 surge como uma tecnologia capaz de fortalecer as políticas públicas já existentes, ampliando seu alcance e eficácia. Com velocidades superiores a 30 Gbps, menor latência e maior eficiência no uso do espectro, o Wi-Fi 7 pode oferecer conexões mais

estáveis e rápidas mesmo em ambientes com muitos dispositivos conectados, como escolas e centros comunitários. Sua implementação em espaços públicos e em projetos sociais de conectividade pode melhorar a experiência dos usuários, tornando o acesso à educação à distância, serviços de saúde digital e plataformas de capacitação profissional mais fluido e acessível. Além disso, a combinação de redes Wi-Fi 7 com tecnologias de fibra óptica ou 5G pode formar uma base sólida para acelerar a transformação digital em todo o país.

A redução da desigualdade digital, no entanto, exige mais do que infraestrutura técnica. É necessário que políticas públicas também incluam programas de inclusão digital, capacitação tecnológica e subsídios para aquisição de equipamentos. O Wi-Fi 7 pode ser o catalisador dessa mudança, ao permitir, por exemplo, que múltiplos alunos de uma mesma família participem simultaneamente de aulas online sem perda de qualidade, ou que trabalhadores em regiões periféricas tenham acesso a cursos profissionalizantes e oportunidades de trabalho remoto. Dessa forma, a nova geração de conectividade pode apoiar a construção de uma sociedade mais igualitária, onde o acesso à informação, ao conhecimento e à cidadania digital não seja um privilégio, mas um direito universal.

Portanto, a incorporação do Wi-Fi 7 nas políticas públicas de conectividade tem o potencial de transformar a infraestrutura digital brasileira, contribuindo de forma decisiva para superar barreiras históricas de exclusão. Quando integrada a estratégias de inclusão social, educação e desenvolvimento regional, essa tecnologia pode deixar de ser apenas uma inovação de mercado e se tornar um verdadeiro instrumento de justiça social e transformação coletiva.

9 Desafios

Apesar de seus avanços tecnológicos, o Wi-Fi 7 enfrenta desafios relevantes que podem influenciar sua adoção e desempenho. Um dos principais entraves é a exigência de infraestrutura moderna, já que dispositivos antigos não são compatíveis com os novos recursos, tornando necessário um processo de atualização em larga escala. A operação em canais de até 320 MHz e o uso simultâneo das bandas de 2,4 GHz, 5 GHz e 6 GHz exigem ambientes com baixa interferência e sinal de alta qualidade, o que nem sempre é viável em áreas urbanas densas ou com grande concentração de redes Wi-Fi.

Além disso, o custo inicial elevado para aquisição de roteadores e dispositivos compatíveis pode dificultar a implementação, especialmente para pequenos negócios e usuários domésticos. Em termos de segurança, o aumento da velocidade e da capacidade de conexão amplia

a superfície de ataque, exigindo soluções de proteção mais robustas para mitigar riscos cibernéticos. Outro fator limitante é a regulamentação da banda de 6 GHz, que ainda não está plenamente autorizada em todos os países, o que pode comprometer a padronização e a disponibilidade global dos benefícios do Wi-Fi 7.

Assim, embora o Wi-Fi 7 represente um salto em desempenho e conectividade, sua adoção bem-sucedida dependerá da superação desses desafios técnicos, econômicos e regulatórios.

10 Conclusão

O Wi-Fi 7 (802.11be) representa um marco importante na evolução das redes sem fio, trazendo avanços expressivos em relação às gerações anteriores. Com melhorias significativas em termos de velocidade, alcance, capacidade de transmissão e eficiência espectral, essa nova tecnologia tem o potencial de transformar profundamente a forma como dispositivos e pessoas se conectam em diferentes contextos, desde ambientes domésticos até infraestruturas corporativas e industriais. Sua capacidade de operar com canais mais largos (até 320 MHz), utilizar múltiplas conexões simultâneas (*Multi-Link Operation*) e oferecer uma latência extremamente baixa o torna ideal para aplicações que exigem desempenho elevado e estabilidade constante.

Diferente do Wi-Fi 6, que foca na gestão eficiente de ambientes com grande densidade de dispositivos, o Wi-Fi 7 amplia essa proposta ao entregar não apenas eficiência, mas também um desempenho superior, capaz de suportar as demandas crescentes de tráfego de dados em tempo real. Aplicações como realidade aumentada (AR), realidade virtual (VR), jogos em nuvem, transmissões em 4K ou 8K, bem como soluções baseadas em Internet das Coisas (IoT), encontram no Wi-Fi 7 uma base tecnológica confiável, veloz e escalável. Esse avanço é especialmente relevante em um cenário onde o número de dispositivos conectados cresce continuamente, exigindo redes mais robustas e adaptáveis.

Além disso, o Wi-Fi 7 tem um papel estratégico no desenvolvimento de cidades inteligentes, ambientes educacionais digitais e no fortalecimento da economia digital. Ao oferecer conexões mais rápidas e estáveis, ele possibilita a ampliação do ensino remoto, melhora o acesso à informação e estimula a inovação em setores como saúde, segurança, transporte e serviços públicos. Isso contribui diretamente para a inclusão digital e a redução das desigualdades no acesso à tecnologia, especialmente em regiões mais afastadas ou com infraestrutura limitada.

Portanto, a adoção do Wi-Fi 7 deve ser entendida não apenas como uma evolução tecnológica, mas como uma oportunidade de transformação social, econômica e digital. Seus

benefícios abrangem desde o usuário comum até grandes corporações e instituições públicas, promovendo uma conectividade mais eficiente, segura e preparada para os desafios do futuro. Assim, o Wi-Fi 7 se consolida como um pilar fundamental para a próxima geração de redes sem fio de alto desempenho.

Referências

ABRAMSON, Norman. Development of the ALOHANET. **IEEE transactions on Information Theory**, v. 31, n. 2, p. 119-123, 1985.

AMDOCS. **Wi-fi 7** – what is it all about?. Disponível em: <https://www.amdocs.com/insights/whitepaper/wifi-7-all-about>. Acesso em 21 de novembro de 2024.

BANERJI, Sourangsu; CHOWDHURY, Rahul Singha. On IEEE 802.11: wireless LAN technology. **International Journal of Mobile Network Communications & Telematics (IJMNCT)**. v. 3, n. 4, p. 45–64, 2013.

BELLALTA, Boris et al. Delay analysis of IEEE 802.11 be multi-link operation under finite load. **IEEE Wireless Communications Letters**, v. 12, n. 4, p. 595-599, 2023.

CARRASCOSA-ZAMACOIS, Marc et al. **Performance Evaluation of MLO for XR Streaming**: Can Wi-Fi 7 Meet the Expectations?. arXiv preprint arXiv:2407.05802, 2024.

CHAUHAN, Shivam et al. IEEE 802.11 be: A review on Wi-Fi 7 use cases. 9th IEEE International Conference on Reliability, **Infocom Technologies and Optimization** (Trends and Future Directions) (ICRITO), p. 1-7, 2021.

CISCO. **Cisco annual internet report (2018-2023)**. 2020. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>. Acesso em 21 de novembro de 2024.

EEWeb. **Exploring wi-fi 7**: New capabilities and applications. 2023. Disponível em: <https://www.eeweb.com/exploring-wi-fi-7-new-capabilities-and-applications/>. Acesso em 21 de novembro de 2024.

GEORGE, A. Shaji; GEORGE, AS Hovan; BASKAR, T. Wi-fi 7: the next frontier in wireless connectivity. **Partners Universal International Innovation Journal**, v. 1, n. 4, p. 133-145, 2023.

GOV. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Programa Internet para Todos**. 2017. Disponível em: https://internetparatodos.mctic.gov.br/portal_ipt/opencms/index.html. Acesso em 16 de abril de 2025.

GOV. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **RNP - Rede Nacional de Ensino e**

Pesquisa. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/composicao/rede-mcti/rede-nacional-de-ensino-e-pesquisa>. Acesso em 16 de abril de 2025.

GOV. Ministério das Comunicações. **Programa Nordeste Conectado.** 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/programas-projetos-acoes-obras-e-atividades/nordeste-conectado>. Acesso em 16 de abril de 2025.

GOV. Ministério das Comunicações. **Programa Wi-Fi Brasil.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/programas-projetos-acoes-obras-e-atividades/wi-fi-brasil>. Acesso em 16 de abril de 2025.

HAN, Chong-Zhi et al. **Wideband Terminal Antenna System Based on Babinet's Principle for Sub-6 GHz and Wi-Fi 6E/7 Applications.** *Micromachines*, v. 15, n. 6, p. 705, 2024.

IEEE. **IEEE Standard for Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications.** IEEE Std. 802.11-1997, p.1-445, 18 de novembro de 1997, doi: 10.1109/IEEESTD.1997.85951.

JAGATHEESAPERUMAL, Senthil Kumar et al. **Advancing education through extended reality and internet of everything enabled metaverses: applications, challenges, and open issues.** *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2024.

JOBISH, John et al. **Industry 4.0 and Beyond: The Role of 5G, WiFi 7, and Time-Sensitive Networking (TSN) in Enabling Smart Manufacturing.** *Future Internet*, v. 16, n. 9, p. 345, 2024.

JOHNSON, D. **Dynamic source routing in ad hoc wireless networks.** *Mobile Computing/Kluwer Academic Publishers*, 1996.

KHOROV, Evgeny et al. **A tutorial on IEEE 802.11 ax high efficiency WLANs.** *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, v. 21, n. 1, p. 197-216, 2018.

LOPEZ-PEREZ, David et al. **IEEE 802.11 be extremely high throughput: The next generation of Wi-Fi technology beyond 802.11 ax.** *IEEE Communications Magazine*, v. 57, n. 9, p. 113-119, 2019.

MEDIATEK. **Key Advantages of Wi-Fi 7.** 2022. Disponível em: <https://www.mediatek.com/technology/wifi-7>. Acesso em 21 de novembro de 2024.

MOZAFFARIAHRAR, Erfan; THEOLEYRE, Fabrice; MENTH, Michael. **A survey of Wi-Fi 6: Technologies, advances, and challenges.** *Future Internet*, v. 14, n. 10, p. 293, 2022.

MURAD, Sallar Salam et al. **Introduction to Wi-Fi 7: A Review of History, Applications, Challenges, Economical Impact and Research Development.** *Mesopotamian Journal of Computer Science*, v. 2024, p. 110-121, 2024.

NASIR, Syeda Areeba; MUSTAQIM, Muhammad; KHAWAJA, Bilal A. **Antenna array for 5**

th generation 802.11 ac Wi-Fi applications. 2014 11th IEEE Annual High Capacity Optical Networks and Emerging/Enabling Technologies (Photonics for Energy), p. 20-24, 2014.

PAHLAVAN, Kaveh; KRISHNAMURTHY, Prashant. **Evolution and impact of Wi-Fi technology and applications:** A historical perspective. *International Journal of Wireless Information Networks*, v. 28, p. 3-19, 2021.

QUALCOMM. **Wi-fi 7:** Unlocking the next level of wi-fi performance. 2022. Disponível em: <https://www.qualcomm.com/content/dam/qcomm-martech/dm-assets/documents/Wi-Fi-7-Unlocking-the-next-level-of-Wi-Fi-performance.pdf>. Acesso em 21 de novembro de 2024.

RAZAK, Azran Abdul; ZOLKIPLI, Mohamad Fadli. A Preliminary Analysis of Bluetooth and Wi-Fi Security in Residential IoT Ecosystems. **Borneo International Journal** eISSN 2636-9826, v. 7, n. 2, p. 1-11, 2024.

RIKITIANSKAIA, Maria. **“The real ethernet”:** The transnational history of global Wi-Fi connectivity. *new media & society*, v. 26, n. 6, p. 3568-3587, 2024.

SINGH, Dushyant Kumar; SOBTI, Rajeev. Development of Wi-Fi-Based Weather Station WSN-Node for Precision Irrigation in Agriculture 4.0. **Emergent Converging Technologies and Biomedical Systems:** Select Proceedings of ETBS 2021. Singapore: Springer Singapore, p. 39-49, 2022.

TIAN, Ruxiao; OTA, Tomoki; OTSUKA, Hiroyuki. **Influence of phase error on OFDM-based 4096-QAM with turbo coding.** IEEE International Conference on Information Networking (ICOIN), p. 352-355, 2018.

TOKHIROV, Ezozbek; ALIEV, Ravshan. **Analysis of the differences between Wi-Fi 6 and Wi-Fi 5.** In: E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2023.

WI-FI ALLIANCE. **Wi-fi certified 7.** 2024. Disponível em: <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-certified-7>. Acesso em 21 de novembro de 2024.

YONIS, A. Z. Performance analysis of IEEE 802.11 ac based WLAN in wireless communication systems. **International Journal of Electrical and Computer Engineering**, v. 9, n. 2, p. 1131, 2019.

ZHANGA, Shengzhong; YUB, Lei; CHENG C, Yinqian. An Introduction to Key Technologies of Wi-Fi 7. **International Journal of Frontiers in Engineering Technology**, v. 6, n. 2, 2024.

ZYXEL. WiFi 7: Concept, Applications and Benefits. **RS Open Journal on Innovative Communication Technologies**, v. 4, n. 10, 2024. <https://doi.org/10.46470/03d8ffbd.a3d7021b>.