



# *Mobile Networks: Evolution to 5G*

Universidade do Minho

Universidade do Minho

Licenciatura em Ciências da Computação

Diogo Rafael Rodrigues Aires, A91685

Eduardo Manuel Sousa Pereira, A70619

João Manuel Franqueira da Silva, A91638

2022/2023

## **ÍNDICE**

- 1) Introdução
- 2) As Gerações das Tecnologias de Redes
- 3) Diferença de 4G e 5G - Vantagens do 5G
- 4) Implementação das Redes 5G
- 5) Conclusão
- 6) Bibliografia

## **INTRODUÇÃO**

A tecnologia de redes móveis, atualmente, avança a um ritmo exponencial. Sendo que estes avanços se refletem no nosso dia-a-dia, especialmente com o crescimento de tecnologias como o 5G.

5G é a quinta geração da tecnologia de redes. Esta possui capacidades mais avançadas do que os seus predecessores, entre estas, velocidades superiores, menor tempo de resposta e maior largura de banda.

As operadoras de serviços de redes começaram a suportar o 5G em 2019, de uma forma reduzida, porém, espera-se que venha a ser a forma primária de redes a ser utilizada nos próximos anos.

## THE GENERATIONS OF MOBILE NETWORK

Nas últimas décadas, acompanhadas por toda uma evolução tecnológica, as redes móveis foram também alvos de um desenvolvimento progressivo, designadamente a nível de velocidade e transporte de dados. Como é de conhecimento geral, existem 5 gerações de «mobile networks» (redes móveis), classificadas em:

- 1G - (First Generation) 1979(obsoleta)
- 2G - (Second Generation) 1991
- 3G - (Third Generation) 2001
- 4G - (Fourth Generation) 2009
- 5G - (Fifth Generation) 2019

Onde G “significa” «Generation» .

Notoriamente, junto à evolução das gerações, as tecnologias de redes acompanharam esse processo evolutivo.

- **FIRST GENERATION (1G)**

A primeira geração de redes móveis usava tecnologias analógicas, providenciando distribuição serviços de comunicação (nomeadamente serviços de «voice calling») - tecnologias estas como AMPS (Advanced Mobile Phone System), NMT (Nordisk MobilTelefoni or Nordic Mobile Telephone), TACS (Total Access Communications System) and C-Netz (Funktelefonnetz-C or Radio Telephone Network C);

- **SECOND GENERATION (2G)**

A segunda geração, não só fornecia serviços de chamada como também oferecia as famosas «text messages» e internet móvel (limitada). Com esta geração, foram introduzidas variadas tecnologias digitais como: Global System for Mobile Communications (GSM). Digital Advanced Mobile Phone System (D-AMPS) and Interim Standard 95 (IS-95);

- **THIRD GENERATION (3G)**

A terceira geração oferecia não só serviços de chamada e mensagens, como serviços de data mobile. Houve então uma migração de tecnologias (baseadas na CDMA (Code Division Multiple Access)). UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), migrando assim a GSM para as «networks 3G» e a mesma migração de IS-95 e D-AMPS para CDMA2000.

- **FOURTH GENERATION (4G)**

A quarta geração, semelhante às anteriores, oferecia serviços de «mobile data», os famosos “dados móveis”, chamada e SMS. LTE (Long Term Evolution) é a migração de tecnologias 3G, incluindo CDMA2000 e UMTS, para 4G. Existe também a WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), que completa todos os requerimentos das tecnologias 4G.

- **FIFTH GENERATION (5G)**

A última geração das tecnologias de redes, tal como o 4G, oferece serviços de dados, chamadas e SMS, com uma velocidade média de download de 150 a 200 Mbps. A tecnologia que permitiu a evolução é conhecida como New Radio (NR), baseada na Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA), tal como a LTE.

Apresentamos agora uma tabela referente as velocidades de downloads das respetivas tecnologias de cada geração.

Commsbrief	1G				2G			3G		4G	5G
Technology standard	AMPS	NMT	TACS	C-Netz	GSM	D-AMPS	IS-95 A	UMTS	CDMA2000	LTE	NR
Digital or not?	Analogue				Digital			Digital		Digital	Digital
Launch year (approx.)	~1980				~1990			~2000		~2010	~2020
Enhancements	Commsbrief				GPRS		IS-95 B	HSPA	EVDO Rev. 0	LTE-Advanced	
					EDGE			HSPA+	EVDO Rev. A	LTE-Pro	
									EVDO Rev. B		
Services	Voice only				Voice + SMS + Data (Mobile Internet)						
Peak download speeds	-				GPRS	171.2 kbps	UMTS	2 Mbps	LTE	300 Mbps	10 Gbps
							HSPA	14.4 Mbps			
					EDGE	384 kbps	HSPA+	42 Mbps	LTE-A	1 Gbps	
					IS-95 A	14.4 kbps	CDMA2000	153 kbps			
					IS-95 B	115 kbps	EVDO 0	2.4 Mbps	LTE-Pro	3Gbps	
							EVDO A	3.1 Mbps			
EVDO B	14.7 Mbps										
Commsbrief											

Summary of 1G, 2G, 3G, 4G and 5G network technologies

## DIFERENÇAS ENTRE O 4G E 5G

A era das tecnologias 4G assistiu à inovação de várias vertentes das redes móveis, tal como o aumento do número de smartphones e o crescimento da IoT.

Estas vertentes, entre outras, avançaram rapidamente durante a década passada, criando, assim, uma procura por velocidades superiores e maior conectividade. Entra, assim, a necessidade de uma nova geração de redes wireless.

Porém, antes de organizações e operadoras entrarem para esta nova era do 5G, seria preciso entender a diferença entre o 4G e o seu sucessor, entre as suas arquiteturas e como estas poderiam afetar as suas operações.

As principais evoluções a notar entre as duas gerações podem ser resumidas em:

- Velocidade

A velocidade é um dos elementos-chave quando se fala de uma tecnologia viável. O 5G é uma forma mais rápida, mais inteligente e até mais eficiente em termos energéticos. A velocidade calcula-se que esteja na ordem dos 10 Gbps, que é 100 vezes mais rápida que com o 4G.

- Densidade

O número de conexões que uma rede consegue suportar simultaneamente multiplica-se com o 5G. De forma a garantir a fiabilidade em qualquer ponto, a densidade do 5G chega até 1 milhão de dispositivos por cada km quadrado.

- Latência

Esta é, também, uma das maiores diferenças entre 4G e 5G. A tecnologia 4G tem uma latência de aproximadamente 40 a 90 ms, enquanto que no 5G, o tempo de conexão, ação e confirmação da receção (processo round-trip) entre dispositivos é muito mais reduzido, entre 1 a 20 milissegundos.

- Frequência

Ao longo dos anos, os avanços em tecnologia wireless possibilitaram às operadoras maior liberdade com a banda larga disponível. No entanto, todas enfrentavam o mesmo problema, demasiados dispositivos a utilizar a mesma frequência, o que causava interferência e reduzia a conectividade. Com o 5G, as redes conseguem manter uma conectividade tanto em frequências baixas, com menos de 1GHz, como em frequências altas, de 6 até 100 GHz. Para comparação, redes 4G podem apenas utilizar frequências entre os 600 MHz e os 3 GHz.

## OUTRAS VANTAGENS DO 5G

- Network Slicing

A rede 5G foi concebida de maneira a criar divisões entre as frequências utilizadas, o que faz com que serviços indispensáveis, nomeadamente saúde e segurança pública, sejam sempre assegurados.

- Antenas MIMO

A rede é mais eficiente no 5G devido à utilização de antenas MIMO, que significa Multiple Input Multiple Output. É possível agrupar até 64 antenas na faixa de 3.5GHz. Assim, como os dados circulam paralelamente sem interferências mútuas, evita-se a sobrecarga e assegura-se o serviço regular.

- Smart Cities

Com esta evolução, é possível uma digitalização sem precedentes das infraestruturas e serviços da sociedade atual. Uma maior interligação de sistemas de produção e equipamentos vem a aumentar a produtividade, tornando assim a sociedade mais eficiente e com maior mobilidade.

- Edge Computing

O 5G proporciona tempos de resposta mais baixos e maior capacidade para correr algoritmos complexos, como inteligência artificial e realidade virtual. Isto é conseguido apenas por alta conectividade combinada com o processamento da informação ser efetuada próxima do utilizador.

## IMPLEMENTAÇÃO DO 5G

A maioria dos sistemas wireless dependem de ondas de rádio que transportam sinais de um dispositivo para um serviço de rede.

### **Espectro de frequência das ondas de rádio**

- **Baixa frequência (<1 GHz)**

Ondas maiores que percorrem grandes distâncias.

- **Frequência Média (1GHz - 6GHz)**

Frequências baixas o suficiente para enviar sinais a longas distâncias, mas com capacidade de transportar mais dados que frequências mais baixas.

Muitas versões de 4G e wifi utilizam estas frequências.

- **Altas frequências (24 GHz - 100 GHz)**

Ondas mais pequenas que transportam mais dados.

A maioria das empresas que constroem redes 5G vivem nesta parte do espectro.

Downloads rápidos e pouca latência irão trazer desenvolvimentos em tecnologias como veículos autônomos e realidade virtual.

Ondas pequenas trazem alguns problemas:

1. Percorrem pequenas distâncias e não ultrapassam barreiras físicas.
2. Obrigam a uma maior infraestrutura para assegurar uma maior cobertura de rede.

As redes 5G são redes celulares, nas quais a área de serviço é dividida entre pequenas áreas geográficas, as células. Todos os dispositivos 5G numa célula comunicam-se por ondas de rádio com uma torre celular, através das antenas, por uma frequência designada pelas próprias torres celulares.

As torres são conectadas a centros de comutação de rede e routers para o acesso à Internet por fibra ótica de alta largura de banda.

Como em todas as redes celulares, um dispositivo que se move de uma célula para outra é transferido sem problemas.

- **Macrocells**

Grandes torres celulares que chegam até aos 60 metros e que cobrem quilômetros em área.

Cobertura de pouca frequência, penetrando paredes e obstáculos físicos.

Plantadas em áreas rurais e autoestradas.



- ***Smallcell***

Torres celulares mais pequenas usadas para melhor conexão wireless em áreas densamente populadas como grandes cidades.

Produzem ondas de alta frequência 5G até 100 metros mas não conseguem penetrar barreiras físicas.

Devido aos problemas de cobertura, estima-se que estas serão instaladas cerca de 10 vezes mais do que macrocells.

- ***FemtoCells***

Pontos de acesso wireless usados para conexão celular dentro de casa.

Conectam-se pela internet e operam como routers, cobrindo pequenas áreas mas penetrando barreiras físicas.

### ***Implementação do 5G - na saúde***

Ao adicionar rede 5G às arquiteturas existentes podem ser transportados de uma forma mais rápida e segura grandes ficheiros de dados de imagens médicas.

No caso de pessoas com dificuldades de mobilidade ou habitantes de zonas rurais, uma rede mais capaz de suportar vídeos de alta qualidade em tempo real torna possível uma rápida consulta ou um diagnóstico virtual.

Melhor monitorização e coleção de dados do paciente, ou seja, um melhor atendimento preventivo.

## CONCLUSÃO

Com a sua enorme conectividade, velocidade e capacidade de gerir tráfego em várias redes, a quinta geração de redes wireless tem todas as condições para revolucionar a indústria das redes móveis e tornar-se a forma primária de utilização das mesmas. A evolução dos conceitos da Internet of Things e das Smart Cities criou uma procura cada vez mais forte por uma geração nova e mais ambiciosa das tecnologias wireless, o que facilitou a entrada do 5G para o mercado e que vai continuar a ajudar na sua progressão num futuro próximo. Porém, o 5G não vai substituir o 4G imediatamente, sendo que este ainda é utilizado pela maioria dos utilizadores. Enquanto a evolução tem tendência a ser rápida e repentina, ainda levará alguns anos até o 5G atingir o seu potencial. Neste momento, todo o ecossistema 5G, tanto redes, como terminais, estão ainda preparados apenas para o serviço de internet, não estando, também, disponível em todas as áreas. Isto combinado com a atual falta de oferta de dispositivos a preços acessíveis para toda a população, leva o 5G a ser ainda uma opção restrita a uma pequena parte dos utilizadores de redes móveis.

## **BIBLIOGRAFIA**

- <https://commsbrief.com/what-do-the-terms-1g-2g-3g-4g-and-5g-really-mean/>
- A Comparative Study on 4G and 5G Technology for Wireless Applications, B.G.Gopal1, P.G.Kuppusamy, Professors, Department of Electronics and Communication Engineering Veltech, Multitech Dr.Rangarajan, Dr.Sakunthala Engineering College Avadi, Chennai, India
- <https://www.verizon.com/business/resources/articles/s/5g-evolution-exploring-journey-from-2g-to-5g/>
- <https://www.nos.pt/particulares/5g-portugal/o-que-faz/Pages/o-que-e-5g.aspx>
- <https://www.emnify.com/iot-glossary/5g>
- <https://www.techtarget.com/whatis/definition/base-station>
- <https://www.miww.com/5g-radio-frequency/>