

# | TECNOLOGIA 5G

## TEMA 1 – HISTÓRICO, EVOLUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A interconexão de diferentes tipos e modelos de equipamentos, e sem a utilização de fios ou cabos, surge da maturidade da internet, da demanda por mobilidade de acesso e da redução na complexidade da infraestrutura, permitindo-nos estabelecer conexões velozes, confiáveis e seguras, e o compartilhamento de todos os tipos de conteúdo, incluindo o metaverso.

Sobre o metaverso, o autor (Lemes, 2022), apresenta em seu artigo, que:

A palavra parece ser relativamente nova (mas não é), e se você está antenado nas novidades da área da tecnologia, conhece o metaverso, ou, pelo menos, já se deparou com este termo. A ideia de incorporar o mundo virtual com o físico não é nova, mas a forma que se estrutura o metaverso promete ampliar e trazer inúmeras possibilidades para diferentes setores. Em sua definição a palavra metaverso nada mais é que a junção de “meta”, palavra grega que significa *além*, com *verso* que vem de “universo”, seria algo como a evolução da internet. Ter uma segunda vida, só que com pessoas reais tornando possível uma realidade paralela. O termo *metaverso* vem de um romance de ficção científica do autor Neal Stephenson chamado *Snow Crash*, de 1992, que apresenta uma aventura em um mundo onde parte da vida cotidiana acontece no mundo digital. Voltando à realidade, o metaverso propõe justamente a integração do *online* e *offline*, por meio de ferramentas que têm o objetivo de diminuir o espaço entre físico e virtual. Vale ressaltar que tivemos um grande processo de imersão e adaptação a essas novas tecnologias com a chegada da pandemia, e o mundo precisou acelerar a adaptação ao uso delas. (Lemes, 2022)

A tecnologia de telecomunicação (telefonia) móvel, em tradução livre do termo *mobile telecommunications*, representa uma das maiores inovações do século XX, e a sua evolução mudou a forma como as conexões ocorrem em todo o mundo, impulsionando a transformação digital e, consequentemente, influenciando as formas e o comportamento das organizações, da sociedade e das pessoas

Nesta etapa, será apresentada a evolução e a contextualização das tecnologias de telecomunicação móvel. Aqui, apresentam-se o histórico, a evolução e a contextualização das tecnologias de telecomunicação móvel 5G, a contextualização das tecnologias de telecomunicação móvel e a evolução – primeira e segunda gerações até as gerações seguintes.

## TEMA 2 – TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICAÇÃO MÓVEL 5G

Um telefone simples/básico, sozinho, é um equipamento inútil, porém, conectado à rede de telefonia, pode comunicar-se com milhões de outros telefones e pessoas, e mesmo que sozinho, um telefone atual (*SmartPhone*) não

seja inútil, conectado à(s) rede(s) tem um aumento inestimável em seu valor, pois a telefonia móvel (*mobile*) representa uma das maiores inovações do século XX e, seguramente, a evolução dessa tecnologia mudou a forma como as comunicações ocorrem em todo o mundo, impulsionando a transformação digital e, conseqüentemente, influenciando de todas as formas o comportamento das organizações e das pessoas.

A Figura 1 ilustra a evolução das tecnologias:

Figura 1 – Evolução das tecnologias



Crédito: Elenabs/Shutterstock.

Os meios de comunicação são responsáveis e têm participação efetiva em diversas transformações ao longo da evolução da humanidade, diminuindo cada

---

vez mais as distâncias entre as nações e promovendo um aceleração na disseminação de dados, informações e conhecimento.

O início nos remete à descoberta dos sinais elétricos, que são responsáveis pela constante evolução das tecnologias de comunicação, que transpassaram diversas barreiras, principalmente no que se refere à longa distância, que antes era realizada por meios arcaicos, podendo demorar diversos dias até que uma informação encontrasse seu destino.

Desenvolver e disponibilizar um sistema de comunicação entre telefones *móveis* não foi uma tarefa fácil, pois a facilidade para se comunicar cria um estímulo para as pessoas utilizarem dessa evolução tecnológica, além da integração de diversos modelos de comunicação: texto, voz, multimídia com altas velocidades de conexão.

A contextualização é completada pelo histórico e pela evolução, descritas pelas gerações, que representam toda nossa evolução tecnológica, bem como a terminologia utilizada nos diversos equipamentos.

### TEMA 3 – HISTÓRICO DAS TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICAÇÃO MÓVEL

O século XIX (1801-1900) foi uma época de grandes inovações científicas, como a primeira locomotiva a vapor (em 1804 – Richard Trevithick) e o 1º motor elétrico (em 1821 – Michael Faraday).

Mas os destaques do século XIX são os seguintes:

- 1º telefone (em 1861 – Johann Philipp Reis);
- Patente do telefone (1876 – Alexander Graham Bell); e
- Invenção do fonógrafo (em 1877 – Thomas Alva Edison).

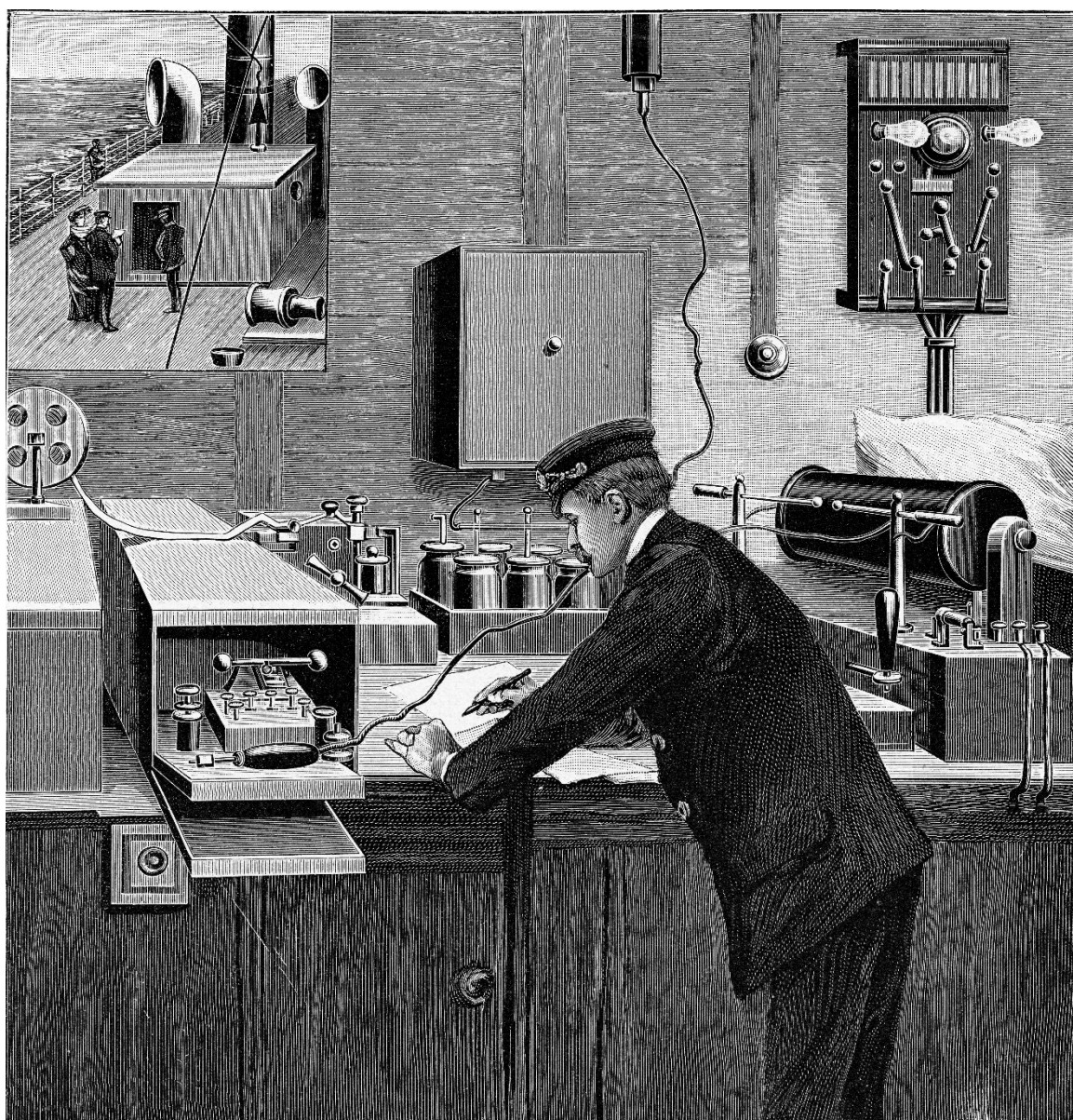
Com o surgimento dos primeiros meios de comunicação, com destaque para o *telégrafo*, citado pela 1ª vez pelo engenheiro francês Claude Chappe, em 1790, e criado em 1835 por Samuel Finley Morse (USA).

O *telégrafo* era um sistema que permitia a comunicação por meio de códigos (código Morse), baseado no sistema de pontos e traços, com mecanismos de compreensão mais acessíveis, baseados em meio físico palpável.

A Figura 2 ilustra um telégrafo:



Figura 2 – Telégrafo



Crédito: Morphart Creation/Shutterstock.

Como sua criação fez um enorme sucesso, foram criadas linhas de transmissão elétrica ligando as cidades.

Até por volta de 1877, os telégrafos eram responsáveis por todas as comunicações feitas a longa distância.

O histórico das redes de comunicação móvel nos apresenta que, da mesma forma, o telefone com fio, patenteado por Graham Bell, em 1876, envolvia uma estrutura de comutação que, mecanicamente, interconectava os terminais.

O início da história das comunicações por rádio tem o marco teórico que remonta à previsão da existência de ondas eletromagnéticas e seu respectivo equacionamento.

O físico alemão Heinrich Hertz produziu em 1888, de forma controlada e em laboratório, ondas eletromagnéticas a partir de centelhas elétricas produzidas em um circuito transmissor.

A onda eletromagnética assim gerada podia ser detectada por um circuito receptor a uma pequena distância, que também produzia uma centelha elétrica em resposta à excitação do transmissor (Cavalcanti *et al.*, 2018)

As estações de TV surgiram ao longo da década de 1920. Por transmitir não só sons, mas também imagens por meio de um campo eletromagnético, a televisão é considerada uma evolução do rádio

Em 1947, a telefonia teve uma importante evolução...

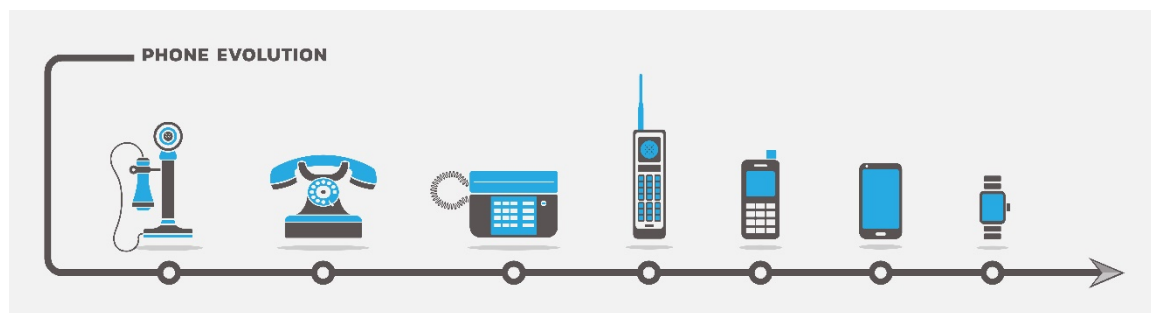
Surgiram, então, os aparelhos celulares, criados pelo laboratório de tecnologia Bell, nos Estados Unidos.

Em 1956, a Ericsson lançou um modelo de celular e, a partir daí, outras empresas, como a Motorola, passaram a criar celulares.

Em 2007, o aparelho celular sofreu uma grande transformação com o lançamento de um smartphone sem teclados numéricos, pela Apple.

A Figura 3 ilustra essa evolução:

Figura 3 – Evolução do telefone



Crédito: KerdaZz/Shutterstock.

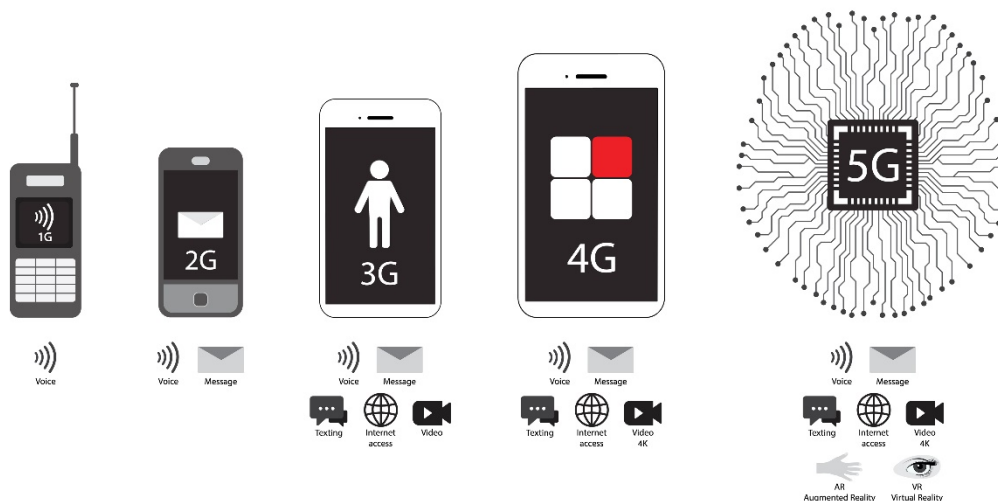
## TEMA 4 – EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICAÇÃO MÓVEL – PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÕES

A evolução das gerações é representada pela letra G, que representa cada geração da rede móvel, e os números indicam a versão e a tecnologia mais avançada e mais recente.

A Figura 4 ilustra essa evolução:

Figura 4 – Evolução das gerações

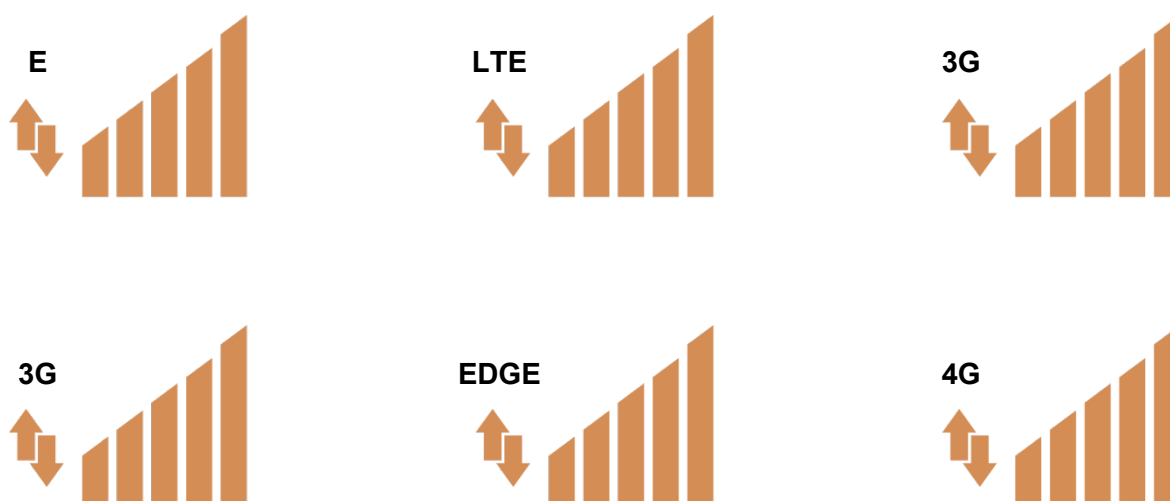
# Cellular Network Evolution



Crédito: Nasky/Shutterstock.

As *diferentes siglas* representam as suas diferenças. Em redes de dados móveis, são utilizados indicadores de intensidade de sinal, acompanhados de letras (Ex.: 4G+, H, H+, E), como ilustra a Figura 5:

Figura 5 – indicadores de intensidade de sinal, acompanhados de letras



- **G – GPRS** (*General Packet Radio Service*) criado em 2000, é mais rápido do que o antigo padrão disponível, o GSM (*Global System for Mobile Communication*). Atingia velocidades de até 171 Kbps, era também conhecido como 2.5G;



- **E – EDGE** (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) criada em 2003, um avanço em relação ao 2G e ao GPRS, com velocidades de 384 Kbps, conhecida como 2.75G;
- **H – HSPA**, criado em 2008, o formato HSPA (*High Speed Packet Access*) é a melhoria do 3G, que utiliza os protocolos HSDPA e HSUPA, D representa o recebimento (*Downlink*) e U o envio (*Uplink*) dos dados, com velocidades de até 42 Mbps, normalmente a 14Mbps;
- **H+ – HSPA+** é a evolução do HSPA, com velocidade de até 168 Mbps, atingia em média 42 Mbps, que permite vídeos em HD.

#### 4.1 A 1ª (primeira) geração

A primeira geração do sistema de telecomunicação móvel foi lançada na década de 1980 e marcada pelo uso da tecnologia analógica, utilizando sinais de rádio para codificar o áudio, e a tecnologia era limitada a fornecer os serviços de voz entre aparelhos.

A tecnologia AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) – um sistema analógico padrão com múltiplo acesso por divisão de frequência tecnologia FDMA – (*Frequency Division Multiple Access*) foi adotada para aumentar a capacidade do sistema. Ela divide a largura de banda total em vários canais ortogonais e cada usuário ocupa um canal, assim como as rodovias são divididas em faixas, com cada carro dirigindo em apenas uma das faixas atribuídas.

No FDMA, a largura de banda é dividida em frequências, e assim cada telefone possuía um canal de voz e um par de frequências de rádio (TX/RX) de dados. Mas não pode ser usado simultaneamente por mais de um usuário, nem por outras conexões, exceto na troca de canal.

Além da baixa qualidade de voz, instabilidade do sinal, cobertura insuficiente, segurança insatisfatória e vulnerabilidade a interferências, que tornaram os sistemas analógicos inviáveis

#### 4.2 A 2ª (segunda) geração

A Segunda Geração (2G) foi criada e surgiu para resolver a saturação dos sistemas analógicos na década de 1990, com a introdução dos sistemas digitais.



---

Com as melhorias técnica e comercial, e na oferta de serviço, com maior capacidade de transmissão, melhora na qualidade dos sinais de voz – sem ruídos – e a comunicação de dados com a criptografia.

Tudo na segunda geração é feito de forma digital, e assim podemos ter várias conversas ao mesmo tempo, ou colocar uma chamada em espera e envio de notificação de dispositivo ocupado, sem interferências.

O GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis), proposto pela Europa, e o CDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Código), proposto pelos Estados Unidos, são os mais representativos da segunda geração.

O CDMA começou depois do GSM e, assim que saiu, perdeu metade do país (Li; Wang; Zhang, 2021).

Para aumentar a capacidade no sistema de comunicações, o GSM também adotou um esquema Time Division Multiple Address (TDMA).

O TDMA dividiu as frequências de rádio em diferentes intervalos de tempo e as atribuiu a diferentes usuários (Li; Wang; Zhang, 2021).

Em 1994 eram  $\cong 5$  milhões de usuários, e surgiram então os sistemas TDMA, GSM e o Code Division Multiple Access (CDMA) – EUA.

## **TEMA 5 – EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICAÇÃO MÓVEL – AS GERAÇÕES SEGUINTE**

A *terceira geração* do sistema de telecomunicação móvel, além de suportar voz e SMS, também suporta a transmissão de dados e realiza a combinação de comunicação sem fio com a internet e aplicações multimídia. A taxa de transmissão de dados está acima das centenas de kbps (Li; Wang; Zhang, 2021).

A tecnologia 3G tem três padrões: *CDMA2000*, *WCDMA* e *TD-SCDMA*.

A indústria considera o CDMA como a principal, e o equipamento GSM usa acesso múltiplo por divisão de tempo, enquanto CDMA usa tecnologia de espalhamento de espectro de divisão codificada, o que pode triplicar a capacidade de rede do GSM.

A oferta de novos serviços implicou uma melhoria na eficiência espectral, ou seja, maior taxa de transmissão por faixa de frequência, prevendo velocidades de até 2 Mbps.

Possui largura de banda 5 - 20 Mbps, frequência de banda 16 - 25 GHz, 64 – 144 kbps em ambientes veiculares, 384 kbps em ambientes pedestres e 2 Mbps para o terminal parado.

---

## 5.1 A 4ª (quarta) geração

A quarta geração (4G) é o LTE – *Long Term Evolution*, a evolução do UMTS – *Universal Mobile Telecommunications System*, que iniciou em 2004 pelo 3GPP, foi desenvolvida para comunicação somente via protocolo IP (voz e dados), com avanços significativos na velocidade de conexão – 299 Mbps *download* e 75 Mbps *upload* – 10x mais que a 3G.

A quarta geração (4G) possui variantes.

O LTE *Advanced* (4G+ ou 4.5G) surge para manter uma rede 4G em diferentes frequências ou faixas de espectro simultaneamente, ou seja, aumenta a velocidade ao acessar a internet por diversos dispositivos e otimiza os recursos de rede.

O LTE *Advanced Pro* é mais veloz, com até 200Mbps.

Essa rede combina:

- Três faixas de frequência, com no mínimo 30 MHz de espectro;
- Tecnologia MIMO (*multiple-input multiple-output*) 4X4 múltiplas entradas e múltiplas saídas;
- Modulação 256QAM, que permite maior transmissão de *bits* para utilizar um maior volume de dados.

---

## REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, R. P. *et al.* **Comunicação móvel celular**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

GUERRA, A. R. **Redes sem fio**. Curitiba: Contentus, 2020.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Computer networking**: a top-down approach. 7<sup>th</sup> ed. New York: Pearson, 2017.

LI, Z.; WANG, X.; ZHANG, T. **5G+ How 5G Change the Society**. Singapore: Springer, 2021.