

# Rede Móvel: 4G para 5G

Paulo Silva Sousa, Carlos Miguel Luzia de Carvalho, and Ruben César Ferreira Lucas

Universidade do Minho, Departamento de Informática, 4710-057 Braga, Portugal  
e-mail: {a89465,a89605,a89487}@alunos.uminho.pt

**Resumo** Neste ensaio escrito vamos abordar as diferenças entre as tecnologias de rede móvel, principalmente entre 4G e 5G. Além disso, iremos tratar dos incentivos, requisitos e aplicações desta última tecnologia em várias áreas científicas e no quotidiano.

## 1 Introdução

Nos últimos anos, com a evolução tecnológica que estamos a presenciar, tem havido um enorme aumento nas diversas formas de comunicação e partilha de informação, bem como a sua procura. Como tal, surgiu um problema: a atual geração de rede móvel (4G) não está a conseguir acompanhar o ritmo de transmissão de dados atual.

Para isso, surge a necessidade de uma nova tecnologia: 5G. Esta tecnologia representa a quinta geração de rede móvel e promete um aumento na largura de banda e na velocidade, bem como uma diminuição da latência.

## 2 Evolução da rede móvel

Cada geração da rede móvel - abreviada por um G - costuma surgir com um intervalo de 10 anos do sucessor e trazer mudanças significativas na capacidade e velocidade de transporte de dados, bem como na latência. Com isso, acreditamos que a quinta geração não será diferente.

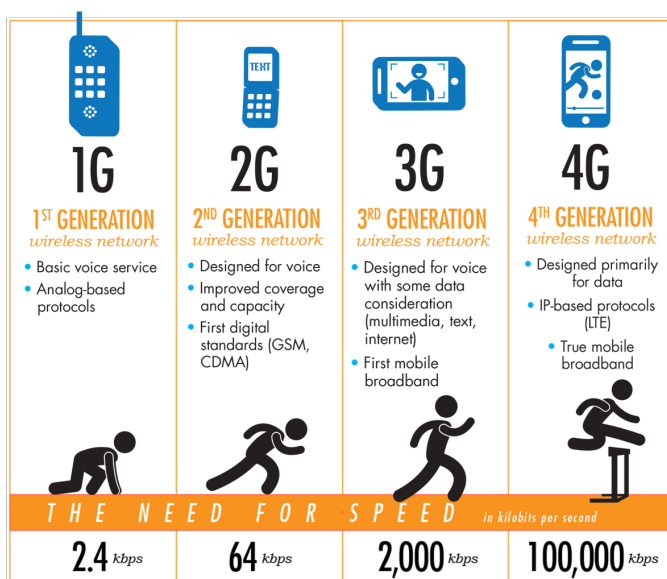


Figura 1: Evolução da Rede Móvel

## 2.1 Evolução inicial

A primeira geração (1G) da rede móvel surgiu no início da década de 1980 e foi baseada no sistema analógico. A grande vantagem desta geração foi a introdução dos telefones sem fio. Por outro lado, apenas era possível a comunicação por voz e a capacidade e qualidade de transmissão eram bastante fracas.

Com a chegada da segunda geração (2G) no final da década de 1980 tivemos a chegada da tecnologia de sinalização digital de dados em banda baixa à rede móvel. Com isto, tivemos um aumento na velocidade de transmissão de dados de 2.4kbps para 64kbps. Além disso, tornou-se possível a transmissão, não só de voz, mas também de dados, porém com fraca qualidade.

Na terceira geração (3G), que chegou no início da década de 2000, tivemos um dos maiores saltos em termos de velocidade de transmissão de dados, passando de 64kbps para 2Mbps. Isto possibilitou pela primeira vez a transmissão de vídeo e imagem e mobilidade na internet a velocidades elevadas.

Por último, temos a quarta geração da rede móvel (4G), que surgiu no início da década de 2010. Esta geração trouxe, mais uma vez, aumentos significativos na velocidade de transmissão e uma grande diminuição na latência. Esta tecnologia deu-nos o mundo como o conhecemos hoje em dia, com acesso praticamente instantâneo à internet, permitindo assim a obtenção de uma enorme quantidade de informação.[1][4]

## 2.2 Do 4G para o 5G

Como foi falado anteriormente, cada geração de rede móvel traz melhorias significativas para os utilizadores. A quinta geração não será diferente.

Tal como na figura 2, alguns dos objetivos principais da transição de 4G para 5G são: [2]

- O aumento das velocidades de download de 150Mbps para 10 Gbps
- O aumento das velocidades de upload de 15Mbps para 200 Gbps [7]
- A diminuição da latência de 10ms para 1ms

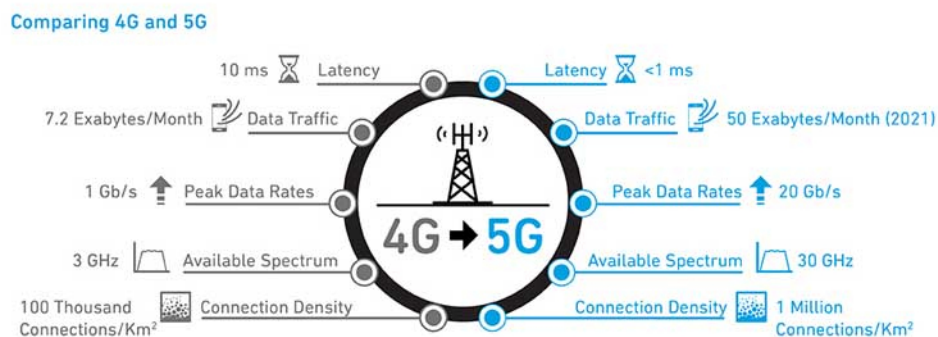


Figura 2: Evolução de 4G para 5G

**Requerimentos do 5G** A próxima geração de redes de telecomunicação, o 5G, tem alguns requerimentos definidos pelas entidades responsáveis pelos standards. Alguns desses requerimentos são: [2] [5] [6]

- Velocidades entre os 1Gbps e 10 Gpbs em networks reais. Esta velocidade corresponde entre 10 a 100 vez maior velocidade. Este aumento pode ser atingido devido ao uso de frequências menores que, como já foi falado anteriormente, provem da grande largura de banda disponível (252GHz na gama de 3 a 300GHz)
- Latência de 1ms, em comparação com a atual latência de 10ms da rede 4G. Esta redução tem especial importância no contexto de, por exemplo, carros autónomos, que requerem o menor tempo de resposta possível na transmissão de informações de navegação.
- Maximização de banda por unidade de área. A evolução do 4G para 5G requer pelo menos 100 vezes mais dispositivos conectados do que na geração anterior, definindo um requisito mínimo de suportar 1 milhão de dispositivos por quilómetro quadrado.
- Redução de 90% do consumo de energia. É importante que os dispositivos conectados à rede possam operar durante meses ou anos com pouca ou nenhuma intervenção humana.
- Mobilidade. Para além da necessidade de 99.999% de disponibilidade, é necessário que essa capacidade se mantenha mesmo em dispositivos em movimento. Este requisito remete de novo, por exemplo, para a situação dos carros autónomos.

**Incentivos para a transição** Um dos maiores incentivos para a transição do 4G para o 5G é o aumento considerável dos chamados 'smart devices', especialmente os telemóveis, que hoje em dia são responsáveis por 88% do tráfego de dados. A acessibilidade dos telemóveis resultou num crescimento exponencial do consumo de conteúdo multimédia, desde 2012 mais de metade do tráfego de dados provem de telemóveis.

Porém, os incentivos não são unicamente de conteúdo multimédia, para além dos gigantes como o Youtube, Facebook ou o recente TikTok, outras aplicações que o 5G beneficiaria bastante começaram a ter um aumento de relevância, sendo algumas delas aplicações de e-healthcare, aplicações de vídeo-conferência, como o Zoom ou o Microsoft Teams e possivelmente quem mais beneficiaria desta transição, aplicações de online-gaming, em que latência baixa, uptime e redução de packet loss não só são desejados, mas muitas vezes são um requerimento para o sucesso dessas aplicações.

Um dos incentivos técnicos é um maior aproveitamento da banda de frequência, de momento o 4G tipicamente opera em frequências que não excedem os 3GHz, em contraste, o objetivo da rede 5G é dar uso à banda entre 3 e 300GHz. Nessa banda apenas não pode ser usado as bandas [57-64]GHz e [164-200]GHz, sendo elas correspondentes à banda de absorção do oxigénio e a banda de absorção, do vapor de água. Retirando essas 2 bandas e a banda dos 0-3GHz, conhecida como o "Breachfront Spectrum", resta 252GHz de banda potencial separada em 3 grandes segmentos de 54, 99 e 99GHz respetivamente. Para além de ter potencialmente 84 vezes mais banda para o uso da rede 5G, é importante ter a noção que estas frequências mais elevadas permitem centenas de vezes mais velocidade de transmissão, o que torna o seu aproveitamento teórico máximo muito para além do 84 vezes mencionado anteriormente. [2]

### 3 Aplicações do 5G

Sendo o 5G uma realidade ainda não se encontra totalmente na sua plenitude uma vez que ainda não existem dispositivos suficientes capazes de utilizar esta tecnologia, porém com o aumento dos usuários espera-se que esta tecnologia venha a ter grandes impactos em diversas áreas.

#### 3.1 Carros autônomos

Já há muito tempo uma das maiores aspirações da humanidade no futuro é a possibilidade de carros voadores, totalmente autônomos e conectados. Relativamente aos dois últimos o 5G poderá ser uma peça chave no seu desenvolvimento, devido à sua menor latência, melhor taxa de transmissão de dados e ultraconfiabilidade. Isto pode vir a fazer com que os carros conectados ultrapassem as barreiras de unicamente utilizarem aplicações de smartphone e o punhado de funcionalidades que de momento possuem, e passe por ventura a ser possível uma comunicação inter veículos (V2V) e mesmo entre veículo e infraestrutura (V2I).

Em consequência da evolução de carros conectados, um carro autônomo depende linearmente do acesso à informação que tem sobre o meio que o rodeia, e com o 5G essa informação poderá passar de forma mais eficaz. As características da tecnologia em questão tornam assim possível o alerta a potenciais colisões ou trânsito intenso, a melhor definição de rotas tendo acesso instantâneo a obstáculos na estrada, semáforos e outra sinalização rodoviária. Tais comportamentos e decisões contribuiriam também para um impacto ambiental positivo graças as menores emissões de CO<sub>2</sub>.

Esta evolução, do ponto de vista automóvel, será possível devido ao uso de uma rede confiável (5G), que além de suportar milhares de milhões de dispositivos conectados, é a tecnologia wireless que permitirá aos carros conectados atingirem o seu pleno potencial e tornará os carros autônomos uma realidade.[3]

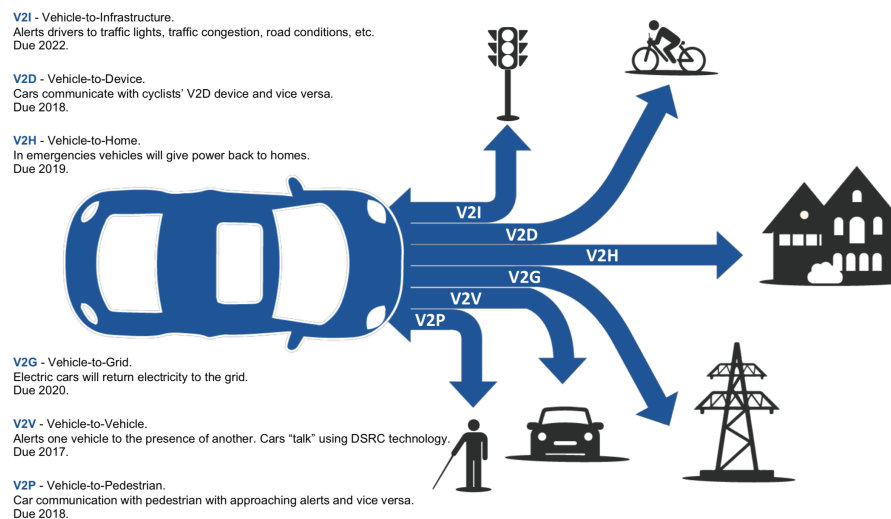


Figura 3: 5G em carros autônomos

### 3.2 Gaming, VR, AR

Com o desenvolvimento do 5G estima-se ser possível o desenvolvimento de tecnologias 8K, assim como a possibilidade de aplicações mais interativas, com uma maior taxa de resposta, ou seja, um improve à jogabilidade e a possibilidade de melhores experiências em aspetos como realidade virtual e mesmo realidade aumentada.

Tudo isto será possível graças à diminuição de latência e uma maior largura de banda promovida pelo 5G que tornará aplicações em tempo real mais eficientes e confiáveis, sendo deste modo assegurado uma maior capacidade de resposta necessária para garantir experiências de maior qualidade.[3]

### 3.3 Cidades Inteligentes

Uma cidade inteligente baseia-se em trocas inteligentes de informações que fluem entre subsistemas diferentes. A cidade atuará sobre esse fluxo de informações para tornar o seu ecossistema mais amplo e mais eficiente em termos de recursos. A troca de informações baseia-se numa estrutura operacional de governo inteligente projetada para tornar as cidades sustentáveis.

Usando sensores de dados, as tecnologias inteligentes da cidade serão capazes de responder em tempo real a eventos quotidianos, incluindo congestionamento, gestão de resíduos, eventos de entretenimento e fornecimento de energia.

Para que esse cenário se torne realidade é necessário um novo tipo de rede móvel capaz de lidar com o aumento massivo da carga de dados que a cidade inteligente exigirá. Tal rede precisa ser rápida, responsiva e estável, características atendidas pelo 5G, permitindo assim às máquinas uma comunicação M2M em grande escala com pouca intervenção humana.[3]

## 4 Conclusões

A transição de 4G para 5G será um acontecimento muito importante, devido às novas capacidades tecnológicas do 5G, como a capacidade de conectar 100 milhares de milhões de dispositivos, velocidades superiores a 1Gbit e latência de 1ms, será finalmente possível a presença no nosso quotidiano de carros autónomos, um maior mercado de e-healthcare e quem sabe esta transição pode ser o precedente que trará produtos de realidade virtual com a 'Quality of Experience' necessária para trazer para mainstream. Estes benefícios e a maneira como a internet mudará após esta conversão aproximar-nos ainda mais da visão principal do 5G, "information a finger away, everything in touch."

## Referências

1. J. Agrawal, Rakesh Patel, P. Mor, P. Dubey, J. Keller "Evolution of Mobile Communication Network: from 1G to 4G". (2015)
2. Mamta Agiwal, Abhishek Roy, and Navrati Saxena "Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey". (2016)
3. Larissa de Souza Pereira Rosa, Renan Góes Barcelos, Yago Pereira Pradon Yan Real "Aplicações do 5G em Internet das Coisas".
4. Alex Bastos, Diogenes Silva Jr. "Cloud Radio Access Network(C-RAN): Tecnologia Emergente para Arquiteturas de Redes Celulares de 5G".(2016)
5. GSA "The Road to 5G: Drivers, Applications, Requirements and Technical Development".(2015)
6. [https://5gmf.jp/wp/wp-content/uploads/2016/09/5GMF\\_WP10108Requirements.pdf](https://5gmf.jp/wp/wp-content/uploads/2016/09/5GMF_WP10108Requirements.pdf)
7. <https://kenstechtips.com/index.php/download-speeds-2g-3g-and-4g-actual-meaning>