

# Mobile Networks: From 4G to 5G

João Teixeira, José Ferreira, and Miguel Solino

Universidade do Minho, Departamento de Informática, 4710-057 Braga, Portugal

e-mail: {a85504,a83683,a86435}@alunos.uminho.pt

**Resumo** Todos os entusiastas das novas tecnologias sonham puder descarregar ficheiros da Internet a velocidades alucinantes. Inevitavelmente, esse sonho acabou por sair das nossas casas e seguir-nos para a rua à medida que os dispositivos se tornavam mais compactos, mais potentes e mais generalizados, com cerca de 5 mil milhões de utilizadores em 2010 [1]. A solução prontamente apresentada pelas empresas foi uma conexão móvel cada vez mais rápida. Eventualmente foi atingida uma barreira na procura incessante da velocidade, o 4G. A resposta das empresas a este entrave foi o desenvolvimento de um novo paradigma denominado de 5G.

## 1 Introdução

Este artigo irá explorar a evolução dos serviços móveis baseados em 4G LTE para serviços móveis baseados na nova tecnologia de ponta denominada de 5G assim como as suas vantagens e desvantagens.

Este *paper* está estruturado da seguinte forma. Primeiro é feita uma breve análise dos principais pontos de evolução até à chegada ao 4G. Depois, a implementação do 4G e as suas consequentes limitações são exploradas levando à apresentação da implementação do 5G e os problemas que este resolve. Claro que esta tecnologia tem algumas desvantagens que também serão exploradas. Por fim, serão apresentados vários projetos envolvendo 5G.

## 2 Caminho para o 4G

A fim de melhor entender as vantagens proporcionadas pelo 5G temos de previamente conhecer a forma como a comunicação móvel tem vindo a evoluir ao longo do tempo e compreender a norma que esta vem substituir.

A primeira geração, desenvolvida durante a década de 80, era meramente analógica permitindo velocidades de comunicação extremamente lentas. Apesar de ser relativamente rudimentar, como o desenvolvimento deste método foram resolvidos múltiplos problemas, tais como o multiplexing da banda de frequências. Desde aí várias tecnologias novas foram implementadas.

Com a introdução da segunda geração, na década de 1990, a comunicação passou a ser digital e foi acrescentado o suporte para mais utilizadores.

Por fim, a terceira geração introduziu maiores velocidades de transferência[3] .

Por fim, com a quarta geração de comunicação móvel, denominada de 4G LTE, existiram inúmeros avanços. Passou a ser possível passar de uma torre para outra sem quebras de conexão e a capacidade do sistema mais do que triplicou [2].

### 3 Implementação do 4G

A primeira rede de 4G LTE (*Long Term Evolution*) foi implementada em Oslo, Noruega e Estocolmo, Suécia em 2009. Estranhamente, apesar de existirem redes experimentais de 4G desde 2009, o primeiro telemóvel comercialmente disponível a usufruir desta norma foi o HTC ThunderBolt (ADR6400L) (Fig. 3) que apenas saiu em 2011.

O *standard* LTE apresenta uma velocidade máxima de *dowlink* de 300 Mbit/s e velocidade máxima de *uplink* de 75 Mbits/s. As bandas de frequência ocupadas pelo 4G, nomeadamente a norma LTE2500, estão compreendidas entre os 2500MHz e os 2690 MHz [7].

Visto que a norma do 4G apenas especifica um intervalo que as frequências devem ocupar, cada país escolheu uma ou mais frequências para serem utilizadas. Infelizmente, a primeira geração de antenas não tinha a capacidade de funcionar em todas as bandas. Assim, os dispositivos estavam inicialmente limitados geograficamente. Como solução para este problema foram desenvolvidas antenas multi-banda que se conseguem ligar a redes móveis por todo o mundo. Eventualmente estas antenas foram miniaturizadas e integradas em dispositivos móveis [7].



**Figura 1.** HTC ThunderBolt (ADR6400L)

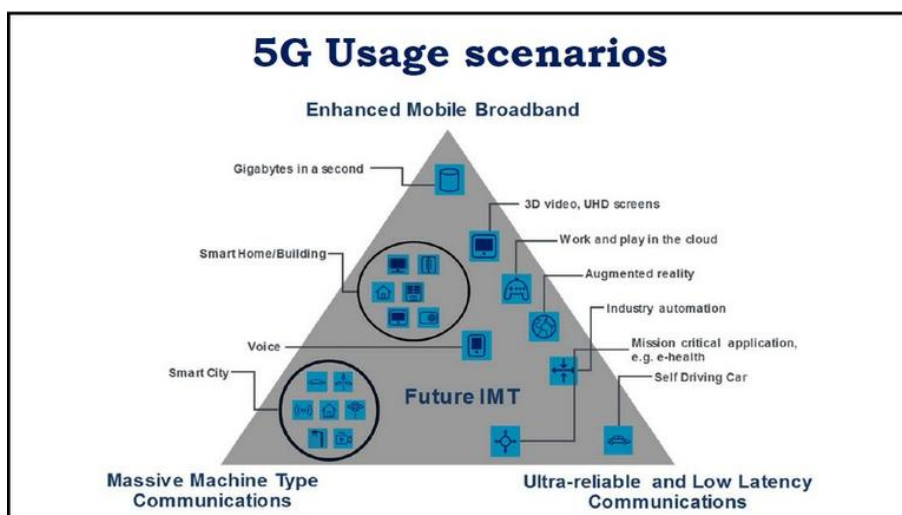
### 4 Passagem do 4G para o 5G

A passagem do 4G para o 5G é expectável que leve pelo menos uma década, embora pareça uma realidade próxima, com todos os equipamentos que vão sendo divulgados que já possuem a capacidade de suportar esta norma. Aos poucos, já estão a ser preparadas condições para se torne acessível a todos, como veremos de seguida.

### 5 Implementação do 5G

A implementação do 5G será muito mais orientada à experiência do utilizador, ao contrário do que se vê na norma 4G, onde o desempenho da rede é baseado em cobertura, velocidade de transferência de dados, entre

outros. No 5G vai ser prioridade a facilidade de conexão entre dispositivos próximos e eficiência energética. Para proporcionar uma melhor experiência de utilização, vai ser introduzido um novo conceito de personalização do serviço conforme as necessidades do utilizador, podendo dar prioridade, por exemplo, à latência e fiabilidade ou velocidade da conexão.



**Figura 2.** Pirâmide de Utilização dos 5G

O 5G irá operar em frequências à volta dos 60GHz, de forma a ser possível transmitir na ordem dos gigabits por segundo, ao contrário do 3G/4G que opera em frequências muito mais baixas.

## 5.1 Desvantagens inerentes

Como desvantagem na implementação do 5G, vemos que os sistemas que utilizam esta tecnologia tem que saber o contexto onde se encontram, como autonomia do dispositivo, carga de CPU, informações sobre o utilizador, como a sua localização, o que são informações sensíveis que não é ideal serem conhecidas pelas aplicações.[4] Temos também a desvantagem a nível de infraestruturas, como por exemplo, as antenas, que não são compatíveis com as anteriores normas, tendo que ser renovadas.

Outrossim é o facto de que o 5G opera em muito mais altas frequências e, por isso, será necessário um número de antenas muito maior, graças à maior dificuldade a atravessar obstáculos.

## 6 Projetos 5G

### 6.1 Desenvolvimento

Conhecendo já do que se trata o 5G e as suas vantagens e evoluções, é possível analisar as vantagens que esta nova tecnologia trás para o utilizador comum.

Caso estas vantagens fossem inexistentes, não teríamos várias empresas a dedicar os seus recursos a implementar esta tecnologia por todo o mundo.

Um exemplo destas empresas é a *Huawei*. É digno de nota que esta empresa está a focar parte dos seus esforços em países em desenvolvimento, tais como Cabo Verde, Moçambique e Brasil, levando assim a uma melhoria das infraestruturas de comunicação e, consequente, à melhoria das condições económicas para a população. Mais concretamente, no Brasil, está previsto um investimento de pelo menos 800 milhões de euros na construção de uma fábrica em São Paulo. Para além do objetivo humanitário, estas medidas surgem como resposta à tão mediática guerra comercial entre a China e os Estados Unidos. Ao contrário dos Estados Unidos, que se recusa a aceitar a Huawei, a Rússia recebeu de braços abertos esta tecnologia inovadora. No caso de Portugal, já existem múltiplas empresas a querer investir no 5G, sendo uma delas a *Dense Air Portugal* que pretende distribuir esta novidade pelo país. Já foram feitos estudos por esta empresa que concluem, ao fim da realização de mais de 600 mil ensaios, que pelo menos 39 mil edifícios estão aptos para receber antenas 5G [8].

### 6.2 Dispositivos

Para além do esforço titânico por parte de várias empresas de implementar o 5G globalmente, outras focam os esforços na construção e desenvolvimento de dispositivos que utilizem esta tecnologia. Algumas das mais conhecidas são a *Samsung*, a *Xiaomi*, a *OnePlus* e a *Nokia*. Ou seja, está neste momento a decorrer uma clássica corrida por parte das empresas para decidir qual delas consegue fornecer os produtos mais rápido, mais económicos e mais práticos. Logicamente, as primeiras a produzir vão ser as mais próximas da fonte de informação, como a *Huawei* e a *Xiaomi*. Entretanto, também existem outros nomes líderes de indústria no campo do 5G: Qualcomm (na produção das peças para os smartphones); AT&T, Nokia, T-Mobile e Verizon (nas infraestruturas); e Intel e DoCoMo (na área dos automóveis).



**Figura 3.** Huawei Mate 20 X (1º Dispositivo 5G)

## 7 Conclusões

Neste trabalho foi explorada a evolução da comunicação móvel ao longo das décadas, começando com uma breve história de como se chegou ao 4G LTE e como este último foi implementado. O foco principal do trabalho foi na forma como se evoluiu do 4G para o 5G. Explorando o desenvolvimento deste último. Por fim, exploramos os projetos em torno do 5G que estão a ser desenvolvidos atualmente à volta do mundo.

## Referências

1. Upkar Varshney: 4G Wireless Networks (2012)
2. Jinsung Choi 4G, Solution for Convergence? (2006)
3. M.Kaleem Iqbal, M. Bilal Iqbal, I. Rasheed, A. Sandhu: 4G Evolution and Multiplexing Techniques with solution to implementation challenges (2012)
4. B. Bangerter, S. Talwar, R. Arefi, K. Stewart, Intel: Networks and Devices for the 5G Era (2014)
5. M. Lauridsen, L. C. Giménez, I. Rodriguez, T. B. Sørensen, P. Mogensen: From LTE to 5G for Connected Mobility (2017)
6. M. Agiwal, A. Roy, N. Saxena: Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey (2016)
7. Chao Huang, Yong-Chang Jiao, Zi-Bin Weng, Xin Li: A planar multiband antenna based on CRLH-TL ZOR for 4G compact mobile terminal applications (2018)
8. Dense Air Portugal está em "diálogo com Anacom" para 5G: <https://www.noticiasaoiminuto.com/economia/1329407/dense-air-portugal-esta-em-dialogo-com-anacom-para-5g> (29 de setembro de 2019)