****

**“ Tecnologia 5G“**

**Programação Web**

**Gabriel Barcelos Ramos RA: 0030482021036**

**Sorocaba,SP**

**2022**

**1 INTRODUÇÃO**

O avanço nas comunicações e a crescente conectividade das pessoas e coisas nos últimos

anos possibilitaram o surgimento de várias tecnologias, que desde então procuram atender a

real necessidade de seus usuários, com a melhor qualidade e velocidade de transmissão de dados

possíveis.

A comunicação sem fio vem ganhando espaço considerável nas tecnologias de

transmissão de dados, em especial com o advento do IoT (Internet of things), que promete uma

explosão das mais diversas coisas conectadas à rede. Tendo em vista esse cenário de

transformação digital, instituições como fabricantes de chipset, equipamentos de redes,

associações de tecnologia, governos e operadoras buscam oferecer soluções que facilitem e

permitam que essa experiência seja simples e ao mesmo tempo robusta. A cooperação

internacional entre estes múltiplos agentes tem produzido um conjunto de especificações

técnicas que, além de atender a demanda pela conectividade sem fio com a melhor tecnologia,

definem o padrão globalmente adotado pela indústria e países, garantindo escalabilidade dos

produtos, plena mobilidade do usuário e interoperabilidade.

As redes de comunicações moveis da quinta geração, ou 5G, tem se colocado como o

sistema de comunicação sem fio capaz de suportar todos os desafios dessa nova era. Como será

observado nos capítulos a seguir, aplicações críticas como sistemas de transporte autônomo,

realidade virtual aumentada e aplicações críticas na área da saúde, exigirão um nível de garantia

e qualidade extrema, que nenhum sistema sem fio atual pode fornecer. De acordo com o

relatório Road to 5G Introduction and Migration (2018) produzido pela GSMA, a quinta

geração das redes de comunicação móvel terá como objetivo fornecer vinte vezes a taxa de

dados de pico, dez vezes menor latência e três vezes mais eficiência espectral do que a última

geração 4G LTE.

Nos capítulos a seguir, será apresentado a evolução da comunicação móvel celular, os

requisitos técnicos, tecnologias envolvidas, características e aplicações da quinta geração das

redes de comunicação móvel (5G).

**2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo compreende o embasamento dos conceitos que serão utilizados no

desenvolvimento do estudo, para isso aborda a definição de rede de telefonia móvel, evolução

da comunicação móvel celular, primeira, segunda, terceira e quarta geração. É abordado ainda

o conceito de internet das coisas (IoT), o qual consiste em uma das aplicações que rodam sobre

uma rede 5G.

**2.1 REDE DE COMUNICAÇÃO MÓVEL CELULAR**

Há diversos registros do que possa ter sido a primeira comunicação móvel utilizando

um sistema de telefonia celular. Segundo Rappaport (2009), ainda que de forma rudimentar,

em 1897 o italiano Guglielmo Marconi demonstrou a primeira comunicação sem fio quando

realizou com sucesso transmissões de sinal de rádio através do Oceano Atlântico.

De acordo com Zaki (2013), um sistema de comunicação de rádio móvel, por definição,

consiste em uma infraestrutura de telecomunicações que atende usuários que em tese estão em

movimento, ou seja, móveis, mas não necessariamente. A comunicação entre os usuários e a

infraestrutura é feita através de um meio sem fio conhecido como canal de rádio.

Desde o primeiro registro de comunicação móvel em 1897, a estrutura da rede móvel

mudou consideravelmente. À medida que a demanda pela nova tecnologia aumentava, novos

componentes físicos e virtuais foram sendo adicionados à rede com o objetivo de tornar o

sistema de telefonia móvel mais confiável e robusto.

Miquelin e Fiori (2012), apresentam a arquitetura da rede de telefonia móvel

considerando as últimas gerações com três componentes principais para o seu funcionamento,

CN (Core Network), RAN (Radio Access Network) e UE (User Equipament)

**2.1.1 Core Network**

O Core Network é o elemento central do sistema de comunicação móvel e a ele são

atribuídas como atividades principais a comutação de circuitos, comutação de pacotes,

tarifação, sinalização com outras redes e banco de dados, sendo esta última, elemento

responsável pelo registro das informações que trafegam pelo núcleo de circuitos e pacotes.

A partir das últimas gerações do sistema de telefonia móvel, novos conceitos como HLR

(Home Location Register) e AUC (Autenthication Center) foram introduzidos, ambos

mecanismos de armazenamento, identificação e autenticação dos usuários.

Segundo Kurose (2006), o HLR é um banco de dados de usuários (assinantes), que

contém informações e perfis de usuários. De forma mais prática e lúcida, os HLRs são usados

pelas MSCs (Mobile Switching Center) ou Centrais de Comutação Móveis para verificar se o

assinante pode originar uma chamada, quais serviços foram contratados e existência de créditos

do terminal móvel.

**2.1.2 RAN**

Desde a primeira versão do UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) que

segundo Zaki (2013), tinha como objetivo a padronização global do sistema de comunicação

móvel, a interface aérea que provê acesso à rede para os terminais móveis é chamada de RAN

(Radio Access Network). Derivações podem ser utilizadas como GERAN, período da tecnologia

GSM; UTRAN, período da tecnologia 3G; e, a mais recente eUTRAN, na quarta geração da

comunicação móvel 4G.

**2.2 EVOLUÇÃO DA COMUNICAÇÃO MÓVEL CELULAR**

Desde os primórdios da civilização, na Grécia antiga, com o uso de sinais de fumaça

como forma de comunicação, observa-se o desejo de comunicar-se livre de fios e aparatos

(DIAS, 2001).

Os primeiros experimentos com a comunicação via rádio aconteceram em 1897 e, a

partir de então, a evolução dos sistemas de telefonia móvel transformaram não somente a forma

como nos comunicamos uns com os outros, mas também causaram uma revolução na forma

como vivemos.

A partir de 1940, nos Estados Unidos, começaram a surgir as primeiras propostas de

sistemas de comunicação móvel, introduzidas pela operadora AT&T e aprovadas pela FCC

(Federal Communications Comission) para comercialização. Inicialmente, esse sistema era

projetado para utilização embarcada em automóveis, somente nos anos seguintes fabricantes e

operadoras do mundo todo enxergaram a oportunidade de trazer a comunicação móvel,

efetivamente, para o uso pessoal.

O que se viu nos anos seguintes e que estamos presenciando é uma corrida tecnológica

que além impulsionar o aumento da capacidade, velocidade e confiabilidade das redes móveis,

promove também a competitividade de países e organizações com viés econômico-político e

orienta as próximas gerações da tecnologia e dispositivos eletrônicos conectados à rede.

**2.2.1 Primeira geração da comunicação móvel celular (1G)**

A primeira geração, denominada 1G, é a geração analógica que surgiu nos anos de 1980.

Diversos padrões foram adotados em diferentes países, sua principal característica é a limitação

no serviço de voz, que operava na faixa de 800MHz.

De acordo com Dahlman et al. (2007), o primeiro sistema de comunicação móvel

internacional foi o sistema analógico NMT (Nordic Mobile Telephony), introduzido nos países

nórdicos em 1981, ao mesmo tempo em que o AMPS analógico (Advanced Mobile Phone

Service) foi introduzido na América do Norte. Além desses, também surgiram o TACS (Total

Access Communications System) no Reino Unido, o JTACS (Japan Total Access

Communications Systems) no Japão.

A falta de padronização limitava a mobilidade ao âmbito de um país, ou uma rede. O

Roaming Internacional não era possível por serem diferentes as tecnologias adotadas em cada

país. A modulação FM (modulação em frequência) expunha o conteúdo da comunicação a

violação ou grampo devido à ausência de criptografia. A clonagem de usuário tornou-se uma

fraude comum, pois não havia autenticação do acesso móvel. Ainda, o uso do telefone celular

se popularizou rapidamente exaurindo a capacidade espectral disponível para as redes de

comunicações móveis. Esses problemas impulsionaram o desenvolvimento tecnológico neste

mercado, abrindo caminho para a primeira grande evolução da telefonia celular.

**2.2.2 Segunda geração da comunicação móvel celular (2G)**

Em meados de 1990, com o advento da comunicação digital, surgiu o GSM (Global

System Mobile) que foi o sistema padronizado em grande parte dos países europeus.

De acordo com Rappaport (2009), o sistema utilizava tecnologia TDMA (Time Division

Multiple Access) que permitia múltiplos usuários realizarem conexões por um mesmo canal de

rádio, cada um ocupando uma fração do tempo (time slot). Rappaport (2009) complementa que

nos Estados Unidos, Coréia, Japão, China e Austrália fora adotada a tecnologia CDMA (Code

Division Multiple Access) permitindo que os usuários pudessem se comunicar ao mesmo tempo,

através do compartilhamento da frequência, cada acesso usando um código ortogonal único por célula. Essa técnica permitiu aumentar a capacidade em dez vezes, se comparado aos sistemas

de primeira geração usando o mesmo espectro. O sistema ficou conhecido como Padrão CDMA

(IS-95).

Com as técnicas digitais, foi possível aumentar a capacidade dos sistemas, oferecer

serviços de melhor qualidade, ampliar o conceito de mobilidade através do Roaming

Internacional (maior padronização de redes), ter mais segurança com acessos autenticados e

dados criptografados e desenvolver dispositivos móveis muito mais atrativos.

Os sistemas digitais também possibilitaram a introdução dos primeiros serviços de

dados na telefonia, como o SMS (Short Message Service), CSD (Circuit Switch Data), Group

3 Fax e o serviço de comutação por pacote.

Segundo Dahlman et al. (2007), os pacotes de dados nos sistemas celulares tornaram-se

uma realidade durante a segunda metade dos anos 90, com a introdução do GPRS (General

Packet Radio Services) no GSM; e com o CDMA 1xRTT (1x Radio Transmission Technology),

período conhecido como a era 2.5G.

Ainda que o sistema de telefonia celular estivesse evoluindo, a velocidade não

ultrapassava a marca dos 100 Kbps. A tecnologia EDGE (Enhanced Data Rates for GPRS

Evolution) foi uma tentativa para melhorar a taxa de dados e fornecer até 384 Kbps, no entanto

ainda era insuficiente para prover mais serviços de valor agregado.

**2.2.3 Terceira geração da comunicação móvel celular (3G)**

À medida que o número de assinantes do serviço de comunicação móvel foi crescendo,

e a necessidade pelo consumo de dados já era maior que a necessidade da comunicação de voz,

o sistema GSM já não era mais capaz de suportar a demanda dos usuários. A nova geração

deveria estar preparada para uma nova era, trazendo alta qualidade de conteúdo multimídia

móvel, streaming de vídeo em altas definições e suportar a crescente demanda que as redes

sociais trariam para essa nova fase. Foi então que surgiram as redes da terceira geração 3G.

Esta nova geração está baseada no mecanismo de acesso CDMA e suas diversas

ramificações como CDMA2000/EV-DO, WCDMA/HSPA+ e TD-SCDMA. As faixas de

frequência que atuam o sistema 3G variam de acordo com a região, podendo ser de 850MHz

até 2170 MHz.

Nesse período, a ITU-T (União Internacional de Telecomunicações) conduziu o projeto

IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000), que tem por objetivo o

desenvolvimento de sistemas móveis com características de faixa larga. Já o 3GPP (Third Generation Partneship Project), organização que contempla fornecedores, operadoras, e órgãos

controladores como ETSI (European Telecommunication Standards Institute) definiu o UMTS

(Universal Mobile Telecommunication System) como padrão para a continuidade dos estudos

na área.

**2.2.4 Quarta geração da comunicação móvel celular (4G)**

Long Term Evolution (LTE), um padrão desenvolvido pelo 3GPP, é atualmente a

principal tecnologia conhecida como 4G. Alguns autores classificam que a primeira geração do

LTE deva ser chamada de 3.9G, já que de acordo com os requisitos da ITU para redes de quarta

geração não são atendidos plenamente pela tecnologia LTE.

De acordo com Gonçalves Neto (2014, p. 1), “o sistema LTE é uma tecnologia IP

(Internet Protocol), projetada para obter baixa latência e uma alta eficácia no aproveitamento

do espectro quando comparados a sistemas de gerações anteriores”.

Considerando o LTE release 8 do 3GPP, que trouxe essa mudança fundamental para

uma rede totalmente baseada no tráfego por pacotes de dados, foi necessário também uma nova

terminologia para descrever a arquitetura da rede. Para isso ficou definido como eUTRAN

(Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network), eNodeB (Evolved Node B) e a principal

mudança deu-se no core da rede, EPC (Evolved Packet Core) com a inclusão de gateways IPs

responsáveis pela alocação de endereços IP para o UE (User Equipament).

**2.3 PROCESSO DE PADRONIZAÇÃO DAS REDES MÓVEIS**

A agitação na indústria da tecnologia móvel, exige um nível de estudo profundo de

organizações internacionais que, além de atender a demanda pela conectividade sem fio com a

melhor tecnologia, visam definir o padrão globalmente adotado pela indústria e países,

garantindo escalabilidade dos produtos, plena mobilidade do usuário e interoperabilidade.

Nesse contexto, destacam-se dois principais órgãos que conduzem os estudos e

especificações do 5G, sendo eles o 3GPP (3rd Generation Partnership Project), e o ITU

(International Telecommunication Union).

O ITU é a agência das Nações Unidas encarregada de coordenar operações e serviços

de telecomunicações em todo o mundo, fornecendo orientação e descrevendo os requisitos para

a operação da tecnologia celular. O 3GPP segue esta orientação da ITU para desenvolver as especificações, que então avalia as especificações e, tendo dado sua aprovação, emite

declarações de conformidade.

O histórico mostra que o estudo do 5G deu início em 2015 e no ano seguinte apareceram

os primeiros requisitos técnicos com a release 14, ver Figura 6. Em 2017 a indústria concordou

com um plano para acelerar o cronograma de padronização 5G, dividindo o release 15 em duas

fases, sendo a primeira delas não autônoma (NSA), release 15 fase 1, que foi concluída em

dezembro de 2017. Em junho do ano de 2018, o 3GPP anunciou a conclusão da especificação

fase 2 do 5G NR (New Radio) na sua versão autônoma (SA).

**3. A QUINTA GERAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES MÓVEIS**

Antes de introduzir os conceitos de 5G, faz-se necessário uma profunda reflexão para

onde o rumo das comunicações está caminhando. De acordo com o último Relatório de

Mobilidade da Ericsson divulgado em junho de 2018 (ver Figura 10), no primeiro trimestre de

2018, o tráfego de dados móveis no mundo cresceu cerca de 54% ao ano comparado com o

primeiro trimestre de 2017. O mesmo relatório ainda mostra que em 2017, 56% de todo o

tráfego foram aplicações de vídeo e a perspectiva para 2023, é que essa aplicação represente

73% do volume total de tráfego móvel.

Enquanto as quatro primeiras gerações das redes móveis esforçaram-se para oferecer

comunicação de voz e dados eficiente, conectando pessoas, a rede de quinta geração 5G

promete fazer muito mais, não só conectando pessoas e coisas como também redefinindo uma

nova dinâmica de imersão digital.

Várias áreas de aplicação distintas podem ser identificadas conforme Figura 11, onde as

redes sem fio atuais terão dificuldades para fornecer a melhor experiência de uso: elas incluem

sistemas de transporte autônomo; aplicações de automação industrial e utilitários; serviços de

saúde; serviços de realidade virtual aumentada para consumidores e empresas; aplicações de

cidades inteligentes; casas inteligentes, e uma série de usos para a banda larga móvel, incluindo a entrega de conteúdo em todos os lugares, e o uso de redes sem fio como o principal serviço

de acesso de banda larga.

Duas tendências significativas estão impulsionando a indústria mobile a desenvolver

uma quinta geração de tecnologia de rede: o aumento explosivo na demanda por serviços de

banda larga sem fio, que precisam de redes mais rápidas e de maior capacidade, capazes de

fornecer vídeo e outros serviços ricos em conteúdo; e a Internet of Things (IoT), que está

alimentando a necessidade de conectividade massiva de dispositivos, e também a necessidade

de conectividade ultra confiável e de latência ultra baixa sobre o Protocolo de Internet (IP).

O relatório sobre 5G da NGMN (Next Generation Mobile Network) afirma que, o 5G é

um ecossistema de ponta a ponta para permitir uma sociedade totalmente móvel e conectada.

Ele possibilita a criação de valor para clientes e parceiros, por meio de casos de uso existentes

e emergentes, fornecidos com experiência consistente e possibilitados por modelos de negócios

sustentáveis.

O Relatório Making 5G NR a reality (2016) produzido pela Qualcomm, define o 5G

como uma plataforma para inovações que redefinirá uma ampla gama de indústrias conectando

virtualmente todos e tudo, desde trabalhadores e pacientes até robôs e culturas, suportando as

necessidades de conectividade em diversos casos de uso que mudam o mundo. O 5G reunirá os

mundos das pessoas para alcançar novos níveis de eficiência que beneficiarão toda a sociedade.

Enquanto a indústria e as organizações regulamentadoras estão trabalhando em propor

uma nova estrutura de rede 5G, introduzindo elementos novos como 5G core (5GC), e uma

nova tecnologia de acesso via rádio chamada 5G New Radio (NR).

Tecnicamente, o 5G é um sistema projetado para atender aos requisitos do IMT-2020

conforme Figura 12, definidos pela especificação ITU-R e fornecerá recursos mais avançados

em comparação com o 4G LTE (IMT-Advanced). A rede 5G terá como objetivo fornecer vinte vezes a taxa de dados de pico, dez vezes

menor latência e três vezes mais eficiência espectral do que a última geração 4G LTE.

**CONCLUSÃO**

Definitivamente o 5G não é apenas mais uma atualização evolucionária da geração

anterior, mas sim uma tecnologia revolucionária que eliminará os limites de acesso, largura de

banda, desempenho e limitações de latência na conectividade em todo o mundo. A nova rede

de quinta geração, tem o potencial de possibilitar novas aplicações e modelos de negócios que

podem melhorar drasticamente a qualidade de vida em todo o mundo por meio de novos casos

de uso sem precedentes que exigem alta comunicação instantânea de dados, baixa latência e

conectividade massiva para aplicações inéditas na área da saúde, indústria, veículos autônomos,

cidades inteligentes, casas inteligentes e a IoT.

Este estudo apresenta diversos aspectos para o entendimento do 5G. Conforme definido

nos objetivos deste documento, foram apresentadas as principais tecnologias habilitadoras da

nova geração, bem como suas aplicações e a disputa comercial-política que envolve as duas

maiores potências do mundo, Estados Unidos e China, em busca da hegemonia na segunda

metade do século XXI. Outro detalhe importante sobre o desenvolvimento deste estudo é que

se trata de um tema bastante novo, podendo ser percebido pelos recentes artigos e relatórios

utilizados como fonte.

Existem grandes desafios para que o 5G se torne uma realidade. Dentre os principais,

destaco os investimentos significativos necessários pelas operadoras que terão que se reinventar

para criar novos modelos de negócios. Além disso, tornar a IoT algo mais tangível para os

consumidores pode acelerar os diversos casos de uso, que hoje ainda estão distantes da grande

maioria das pessoas, indústrias e demais verticais de negócios.

Por fim, acredito que o 5G abre espaço para uma nova era das comunicações móveis e

colocará a tecnologia sem fio como um pilar fundamental para movimentar a economia de

empresas, países e, de forma geral, a vida das pessoas.

**REFERÊNCIA**

5G – Redes de comunicações móveis de quinta geração: evolução, tecnologia, aplicações e mercado, Universidade do sul de Santa Catarina, Guilherme Francisco de Farias, 2019.