

## TECNOLOGIA DE REDES SEM FIO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS E COMPARATIVAS

53

### **WIRELESS NETWORK TECHNOLOGY: HISTORICAL AND COMPARATIVE PERSPECTIVES**

Bruno de Almeida Duarte<sup>1</sup>, Marcia Regina Reggiolli<sup>2</sup>

1- Formando do CST em Gestão da Tecnologia da Informação, Faculdade de Tecnologia de Itapira “Ogari de Castro Pacheco” (FATEC – Itapira); 2- Doutora em Tecnologia Nuclear (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/IPEN/USP) e coordenadora do CST em Gestão da Tecnologia da Informação da FATEC – Itapira.

**Contatos:** [bruno.duarte2@fatec.sp.gov.br](mailto:bruno.duarte2@fatec.sp.gov.br); [marcia.reggiolli@fatec.sp.gov.br](mailto:marcia.reggiolli@fatec.sp.gov.br)

#### **RESUMO**

A tecnologia da informação e comunicação passou a fazer parte do cotidiano de pessoas e empresas com muitos ganhos extraordinários de mobilidade, e de transformação na forma como nos comunicamos, compramos, em fim como vivemos. Todo este processo iniciou-se com a rede móvel (1G) que viabilizou a comunicação sem fio na faixa de *Ultra High Frequency* (UHF); em seguida veio a segunda geração (2G) denominada a revolução digital, resultando na popularização das redes celulares; depois veio a rede chamada de terceira geração (3G), os celulares invadiram as casas e os negócios, com a média de um aparelho por habitante; já a quarta geração (4G) apresentou um aumento da vazão da rede, a qual passou a ser tipicamente de alguns Mb/s, alcançando dezenas de Mb/s em condições específicas; e, por fim, temos a quinta geração (5G) cujas características vão muito além do aumento da vazão, pois buscam reduzir significativamente a latência de comunicação. O objetivo do presente trabalho é enumerar as principais características destas tecnologias e compará-las entre si. O estudo se justifica devido a relevância econômica, o interesse que o assunto desperta, aos poucos artigos e estudos em português sobre o assunto. Para a composição da metodologia do projeto utilizou-se o método de pesquisa bibliográfica narrativa. O estudo colaborou para que os gestores de TI possam avaliar as redes móveis disponíveis, se prepararem para justificar a migração e os investimentos na rede móvel sem fio 5G. Como oportunidade remanescente a este estudo, cumpre destacar a importância do estudo da tecnologia 5G e a sua relação com a internet das coisas (IoT) e da inteligência artificial.

**Palavras-chave:** Dispositivos móveis. Redes móveis. Internet das coisas. Inteligência artificial. Tecnologia sem fio.

## ABSTRACT

Information and communication technology has become part of the daily lives of people and companies with many extraordinary gains in mobility, and transformation in the way we communicate, buy, in order to live. This whole process began with the mobile network (1G) that enabled wireless communication in the Ultra High Frequency (UHF) range; next came the second generation (2G) called the digital revolution, resulting in the popularization of cellular networks; then came the network called third generation (3G), mobile phones invaded homes and businesses, with the average of one device per inhabitant; the fourth generation (4G) showed an increase in the network flow, which was typically a few Mb/s, reaching tens of Mb/s under specific conditions; and finally we have the fifth generation (5G) whose characteristics go far beyond the increase in flow, as they seek to significantly reduce communication latency. The aim of this work is to enumerate the main characteristics of these technologies and compare them among themselves. The study is justified due to economic relevance, the interest that the subject arouses, gradually articles and studies in Portuguese on the subject. The narrative bibliographic research method was used for the composition of the project methodology. The study helped IT managers to evaluate available mobile networks, prepare to justify migration and investments in the 5G wireless mobile network. As a remaining opportunity for this study, it is important to highlight the importance of the study of 5G technology and its relationship with the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence.

**Keywords:** Mobile devices. Mobile networks. Internet of things. Artificial intelligence. Wireless technology.

## INTRODUÇÃO

A implantação das redes móveis no Brasil propiciou aos brasileiros uma experiência de liberdade e progresso relevantes, aos negócios a comunicação com o mundo e com as pessoas, a realização de transações comerciais em alta velocidade, o que facilitou a realização de transações mais rápidas e em qualquer lugar com o uso de dispositivos móveis.

A tecnologia da informação e comunicação passou a fazer parte do cotidiano de pessoas e empresas com muitos ganhos extraordinários de mobilidade, e de transformação na forma como nos comunicamos, compramos, em fim como vivemos.

Todo este processo iniciou-se com a rede móvel (1G) que viabilizou a comunicação sem fio na faixa de *Ultra High Frequency* (UHF), principalmente na região de 800MHz, tendo como principal objetivo a transmissão/recepção analógica do sinal de voz (SODRE JR., 2018).

Em seguida veio a segunda geração (2G) denominada a revolução digital, resultando na popularização das redes celulares, no aumento significativo da duração da bateria e no início da comunicação de dados utilizando o serviço de mensagens curtas ou *Short Message Service* (SMS), foi um marco, receber

mensagens no celular e conversar com as pessoas em tempo real e em qualquer lugar.

Os usuários de telefones móveis passaram a trocar informações de textos, o comércio, e a rede de serviços realizarem transações de pagamento através das redes sem fio, utilizando-se do Serviço de Rádio de Pacote Geral, do Inglês *General Packet Radio Service*.

Depois veio a rede chamada de terceira geração (3G), os celulares invadiram as casas e os negócios, com a média de um aparelho por habitante, milhões de pessoas passaram a navegar na Internet utilizando os chamados smartphones, tanto para trabalho, quanto para lazer (SODRE JR., 2018).

Já a quarta geração (4G) apresentou um aumento da vazão da rede, a qual passou a ser tipicamente de alguns Mb/s, alcançando dezenas de Mb/s em condições específicas. Em síntese, a evolução das quatro primeiras gerações fundamentou-se em aumentos na taxa de transmissão da rede.

E, por fim, temos a quinta geração (5G) cujas características vão muito além do aumento da vazão, pois buscam reduzir significativamente a latência de comunicação, mas apresenta grandes dificuldades de desenvolvimento em alguns países devido a uma disputa por qual empresa irá explorar esta tecnologia, tão importante para acelerar negócios, conectar pessoas e levar às mais distantes regiões do país uma rede de qualidade e acessível a todos os brasileiros (OSSEIRAN et al., 2014).

E, é neste contexto que o presente trabalho buscará explorar as principais transformações na rede sem fio ocorridas desde o seu surgimento até os dias atuais. Portanto, o objetivo principal deste estudo é comparar as principais características das diferentes redes sem fio desde o seu surgimento até os dias atuais, apresentando uma evolução histórica da rede sem fio ao longo do tempo e suas perspectivas.

O estudo se justifica devido a relevância econômica, o interesse que o assunto desperta, aos poucos artigos e estudos em português sobre o assunto, apresentação de um trabalho focado em um estudo técnico das redes de comunicação móvel, apresentando as vantagens e desvantagens em relação às tecnologias anteriores pode trazer ganhos ao gestor da tecnologia da informação ajudando-o a ter uma perspectiva histórica da tecnologia sem fio, contribuindo para a melhor formação e preparação dos gestores da tecnologia da informação que tem interesse na área.

## **METODOLOGIA**

Para a composição da metodologia do projeto utilizou-se o método de pesquisa bibliográfica narrativa. O levantamento bibliográfico utilizou material de referência em inglês e em português, publicados nos últimos 20 anos, foram

descartados os materiais que após a leitura não tinham relação com o assunto estudado. Para a apresentação e análise de dados utilizou-se o método comparativo entre as cinco gerações de redes móveis já disponíveis, suas características, benefícios, vantagens e desvantagens e foram apresentados na forma de quadros para melhor visualização das informações.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As organizações têm buscado um uso cada vez mais intenso e amplo da Tecnologia de Informação (TI), utilizando-a como uma poderosa ferramenta, que altera as bases de competitividade, estratégicas e operacionais das empresas. As organizações passaram a realizar seu planejamento e criar suas estratégias voltadas para o futuro, tendo como uma de suas principais bases a TI, em virtude de seus impactos sociais e empresariais (ALBERTIN, 1999).

A Tecnologia da Informação (TI) vem aumentando rapidamente a sua participação em todas as áreas de negócios, criando constantemente desafios para os gestores das empresas e valorizando cada vez mais a presença do gestor de TI nas organizações (BORGES, 2005).

Ainda, segundo Borges (2005) espera-se desses profissionais, responsáveis pelo fornecimento e gestão dos sistemas de informações de controle e avaliação de desempenho da empresa, mais do que simplesmente conhecimento em tecnologia. Estes profissionais precisam participar colaborativamente com a área de TI e do processo de gestão da informatização da empresa.

A maioria dos gestores de Tecnologia da Informação executa hoje, basicamente, quatro trabalhos: atua na liderança das equipes da companhia, planeja (acompanhando as tecnologias, possibilitando a arquitetura e ajustando-a aos orçamentos), gerencia projetos específicos e coordena as operações em TI (GARCIA, 2005).

Para Borges (2005) as funções permanentes de gestão da informação, exercidas pelo profissional da informação, historicamente, apresentam problemáticas que os meios tradicionais solucionam com dificuldades, quais sejam: localização rápida e imediata do documento; deslocamento, em algumas situações da obra, outras do leitor, acarretado pela necessidade de acesso; capacidade física de armazenagem, exigindo espaços condizentes com o aumento dos documentos; preservação física da documentação estocada; e técnicas de recuperação da informação, que atendam às reais necessidades dos consulentes.

Essas são atividades com as quais o profissional da informação se familiariza, e as tecnologias de informação se configuram como instrumental facilitador em qualquer uma delas, em específico destacam-se o papel do

profissional de acompanhamento das tecnologias, possibilitando a arquitetura e ajustando-a aos orçamentos, o gerenciamento de projetos específicos, como por exemplo, a atualização da rede de comunicação das empresas para a tecnologia 5G.

Portanto, o profissional gestor de TI tem papel fundamental na implantação de uma nova tecnologia (5G), e precisa de conhecimento e informações relevantes para uma atuação certa e competente na condução da área de TI para esta modernização.

De acordo com Hossain (2014) a tecnologia (5G) é necessária para que a rede móvel de comunicação em um país seja capaz de facilitar a interação dos usuários com seus telefones móveis em tempo real, e que mesmo sinta a diferença não só nas altas taxa de transferência e em requisitos como:

- Interoperabilidade entre as operadoras;
- Menor consumo do uso de bateria;
- Menor probabilidade de interrupção de conexão;
- Melhor cobertura e taxas de dados disponível na borda da célula;
- Maior segurança ao acesso dos serviços;
- Maior taxa de dados em mobilidade;
- Plataforma que suporte todos os tipos de tecnologias de acesso;
- Melhor escolha de caminhos de transferência simultânea de dados;
- Aplicações *web* sem fio com capacidade de velocidade superior a 4G;
- Aplicações combinadas com inteligência artificial;
- Taxas mais baratas de tráfego devido ao baixo custo de implantação de infraestrutura;
- Não prejudicial à saúde humana e,
- Antenas com sistemas inteligentes de feixe.

Ainda, segundo o autor, a tecnologia 5G irá fornecer todas as aplicações possíveis usando apenas um dispositivo universal, com a capacidade de interligar a maioria das infraestruturas de comunicação já existentes.

### **A importância das redes móveis**

Nos últimos 20 anos, as tecnologias eletrônicas e digitais revolucionaram a maneira como produzimos, disseminamos e acessamos informação. A Internet, símbolo máximo dessas transformações, recria virtualmente um mundo

onde as forças econômicas, políticas, culturais e sociais se manifestam a partir de diferentes indivíduos em diferentes contextos (COELHO, 2013).

De acordo com Coelho (2013), como uma evolução do estado de permanente conexão em que se encontram os sujeitos na contemporaneidade, as mídias móveis vêm se tornando um dos principais mediadores do estar em rede, associando-se a elas a ideia de interatividade.

O acesso à rede via (DM) transformou o telefone em computador de mão. Também transformou o uso da informação, fomentando novas transações informacionais com impactos nos negócios, trabalho, ensino. Esse acesso sem hora nem lugar permite ao usuário criar estratégias de sobrevivência, formas alternativas de lidar com o universo de informação disposta em rede (FORESTI, 2016)

Ainda segundo Foresti (2016), a informação ofertada pelos dispositivos móveis e pela rede se apresenta como solução para muitos problemas cotidianos, mas também faz emergir inúmeros desafios e problemas relacionados.

Os dispositivos móveis, mais especificamente os telefones celulares e smartphones, integram não apenas o contexto da veiculação e recepção de conteúdos midiáticos (função que passaram a exercer mais efetivamente nos últimos anos), mas envolvem, principalmente, a troca de informações entre sujeitos (COELHO, 2013).

### **Evolução das conexões sem fio**

A seguir será apresentada a evolução das redes sem fio ao longo do tempo, desde a primeira geração até o momento, ou seja, a quinta geração das redes sem fio.

#### **1ª Geração das redes móveis 1G – 1980**

A Primeira Geração da telefonia celular, conhecida como 1G, foi um marco na história das telecomunicações, afinal surgia o primeiro telefone sem fio. Seu sucesso foi devido ao fato de todos os sistemas precursores serem centralizados, com baixa capacidade de tráfego e custo elevado. Os primeiros aparelhos móveis foram propostos em 1977, nos Estados Unidos (EUA). Em 1981, na Suécia, foi ofertado o primeiro serviço de telefonia móvel. Quando em 1973, a Motorola patenteou o protótipo do primeiro celular, comercializado uma década depois (SANTANA, 2016).

Segundo Santana (apud SANTOS, 2008) a comunicação sem fio é formada por dois usuários, o transmissor e receptor. Seus componentes principais são: o microfone – que faz a conversão do sinal de voz de quem está

transmitindo a informação em sinais elétricos, o alto-falante - que converte o sinal elétrico em sinal de voz para o receptor ouvir a mensagem que fora transmitida, o transmissor - responsável pelo envio dos sinais gerados pelo microfone para o receptor, que por sua vez recebe esses sinais e os envia para o alto-falante. Ainda a antena, que converte sinais elétricos em ondas de rádio enviando-os de um local a outro de maneira ágil e segura.

Um dispositivo móvel é simplesmente um computador de bolso habitualmente equipado com uma saída (tela) e um teclado em miniatura.

Esses dispositivos implementaram na educação a aprendizagem com mobilidade, em inglês *M-learning ou Mobile-Learning* (OLIVEIRA, 2012).

## 2ª Geração das redes móveis 2G – 1990

Para Santana (apud FERNANDES, 2010), com a saturação dos sistemas analógicos na década de 90, a segunda geração (2G) é marcada pela introdução dos sistemas digitais. Os *Estados Unidos da América* precisavam de uma maior capacidade e a Europa queria padronizar os sistemas para o Mercado Comum Europeu (MCE). Houve melhoria nos aspectos técnicos e comerciais, bem como na oferta de serviço. Apresentando maior capacidade de transmissão, sinais de voz de qualidade – agora livres de ruídos e comunicação de dados com possibilidade de criptografia em sua transmissão.

Logo no início da década de 90, os fabricantes já estavam prontos para lançar novos aparelhos celulares com pesos e tamanhos aceitáveis. Um recurso indispensável para muitas pessoas é o serviço de mensagem de texto (SMS). Poucos sabem, mas a primeira mensagem de texto foi enviada no ano de 1983, através de uma operadora da Finlândia (OLIVEIRA, 2012).

A primeira fase do 2G (segunda geração) com tecnologia GSM oferecia uma taxa de dados de até 9,6 Kbps e aumentou na segunda fase para atingir uma taxa de pico de mais do que 300Kbps com largura de banda de 200 KHz. A Alteração para comutação por pacote em adição ao de circuito começou a partir da segunda fase e o acesso via rádio foi o TDMA / FDMA (TRISTÃO, 2015).

## 2ª Geração das redes móveis 2,5G – 1990

Apesar de não reconhecida oficialmente, a Segunda Geração e Meia (2,5G) contou com a adesão de novos padrões, o GPRS e EDGE. Apresentou um aumento considerável na velocidade de acesso à internet para atender as novas funções, suporte a arquivos mp3 e implementação da câmera, principais atrativos da época (SILVA, 2010).

A segunda geração das redes móveis deu início ao desenvolvimento dos "smartphones". O termo "smartphone" deve-se ao fato desses celulares usarem sistemas operacionais para o seu funcionamento. Atualmente os desenvolvedores estão investindo cada vez mais nas tecnologias voltadas a esses aparelhos. Eles contam com tecnologias de acesso sem fio (*WiFi*, *Bluetooth*), vídeo chamada, memória interna com alta capacidade de armazenamento, suporte ao (3G/4G), dentre outras funcionalidades.

60

### 3ª Geração das redes móveis 3G – 2000

Pode-se dizer que a terceira geração é a ascensão da tecnologia 2G e se caracteriza pela oferta de banda larga sem fio. O perfil dos usuários sofreu uma mudança, eles não mais se contentavam em realizar chamadas e enviar mensagens. Visando adaptar-se as novas necessidades dos assinantes, a 3G permite acesso à internet e serviços de multimídia, havendo um aumento significativo na capacidade de voz e suporte a serviços, como também taxas de dados muito superiores se comparada com a 2G (SILVA, 2016).

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 (FARIAS, 2019)

Martins (2010) pondera que a oferta de novos serviços implica em 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. Permite transferência de arquivos via *internet*, possui melhoria na qualidade de voz e serviços online semelhantes as redes fixas de banda larga.

### 3ª Geração das redes móveis 3,5G – 2000

Para os sistemas do (3G) (Terceira Geração), a taxa de dados de pico começou de 2 *Mbps* na primeira fase e se aproximou de 50*Mbps* em fases consecutivas em com uma ampla largura de banda de 5 *MHz*. O regime de acesso aprovado para o (3G) foi o *CDMA* e a comutação continuou a ser por circuito em adição ao de pacote. No entanto, no início do (3,5G), com o sistema *HSDPA*, o foco era apenas na comutação por pacotes (TRISTÃO, 2015).

#### 4ª Geração das redes móveis 4G – 2010

A tecnologia de quarta geração (4G) começou a ser usada no Japão em 2007 e permitiu a comunicação bilateral de voz, vídeo e dados, apresentando maior qualidade no serviço aos usuários móveis. Assim, mesmo que o usuário esteja em movimento, seu sinal de *internet* não é significativamente reduzido (MARTINS, 2010).

No 4G as taxas de dados de pico começaram a 100 *Mbps* e teoricamente deve alcançar mais de 1 *Gbps* no *downlink* que se beneficiam de uma largura de banda variável de 20, 40 ou até mesmo 70 *MHz*. A comutação só por pacote ou *All IP* foi aprovada e o acesso de rádio mudou de *CDMA* para *OFDMA* e *SC-FDMA*. Em adição aos sistemas celulares, as tecnologias sem fios atuais incluem Redes Locais sem Fio (*WLAN*) 802.11 e Redes Metropolitanas sem Fio (*WMAN*) 802.16. Além disso, *ad-hoc* Rede Pessoal sem fio (*WPAN*) e redes sem fio para TV digital estão ganhando mais interesse (TRISTÃO, 2015)

Ainda para Tristão (2015) as gerações futuras irão incluir novos sistemas, tais como sistemas de acesso à banda larga sem fio, sistemas de transporte inteligentes, estação de plataforma de alta altitude e redes locais de ondas milimétricas.

#### 4ª Geração dos Dispositivos Moveis 4.5G – 2010

As operadoras Claro e Tim são as primeiras da América Latina a estrear o 4,5G, *internet* móvel de alta velocidade que supera em até cinco vezes a rapidez de transferência de dados do 4G. A nova tecnologia, também chamada de *LTE-Advanced*, (Evolução de Longo Prazo - Avançado) chega aproveitando a faixa de 700 *MHz* deixada pela TV analógica (MARTINS, 2016).

#### 5ª Geração dos Dispositivos Moveis 5G – 2021

De acordo com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), o 5G é mais do que apenas uma melhoria das gerações anteriores. “As redes móveis 5G proporcionarão serviços avançados de banda larga móvel, com taxas de dados mais altas, menor latência e mais capacidade, que possibilitarão enorme potencial para novos serviços sem o de valor agregado”, diz no documento sobre a estratégia brasileira para a tecnologia, colocado em consulta pública no ano passado.

A tecnologia das redes de quinta geração (redes 5G) possui papel central no processo de transformação digital da economia e da sociedade. Em todo o mundo, e esperada uma ampliação significativa no número de dispositivos

moveis conectados à *internet* e da conexão maquina a máquina baseada em Internet das Coisas (*IoT*). (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações) (MCTIC) (Versão: 25/06/2019).

Neste início de século XXI, as mudanças disruptivas que estão ocorrendo em decorrência da rápida adoção da tecnologia remetem a dois conceitos muito atuais: transformação digital e sociedade 5.0 (ÁVILA; GOMES, 2020).

Para Tristão (2015) a cada nova geração de dispositivos móveis é normalmente atribuído novas bandas de frequência e mais uma ampla largura de banda espectral por canal de frequência, mas há pouco espaço para novas bandas de frequência ou canal de larguras de banda maiores. Isso ocorre porque o espectro tem sido e continuará a ser um recurso escasso para a indústria de mobile-comunicação.

Embora em alguns países já existem planos e ações concretas para a implantação da tecnologia 5G, observa-se que a maior parte dos países se encontra nas fases iniciais deste processo, em particular na realização de estudos e de leilões para a disponibilização de espectro a ser utilizado pelas redes de quinta geração. (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Secretaria de Telecomunicações e Departamento de Serviços de Telecomunicações (MCTIC) (Versão: 25/06/2019).

Porém, segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), é possível observar também a movimentação de países como *EUA*, assim como China, Coreia do Sul e outros países asiáticos, na busca da liderança na implantação de redes 5G, com foco em impulsionar mercados para sua própria indústria de equipamentos de infraestrutura de redes e de terminais e de telecomunicações móveis.

No atual cenário das comunicações móveis sem fio há uma demanda por taxas de dados cada vez mais altas. Projeções mostram que o tráfego global mensal de dados móveis deve chegar a 49 *exabytes* até 2021, CISCO (Mar 2017), ou seja, mais de seis vezes superior ao valor obtido em 2016, de 7,2 *exabytes* (QUEIROZ, 2019).

Para concluir Tristão (2015) cita que a principal diferença, do ponto de vista do usuário, entre as gerações atuais e técnicas esperadas para o (5G) será oferecer uma maior taxa de transferência; outros requisitos incluem:

- Menor consumo de bateria;
- Baixa probabilidade de falha; melhor cobertura e altas taxas de dados disponíveis na borda da célula;
- Múltiplos caminhos de transferência de dados simultâneos;
- Taxa de dados de aproximadamente 1 *Gbps* em mobilidade;
- Mais seguro; melhor rádio cognitivo / *SDR* Segurança;
- Maior nível de eficiência espectral;

- *Worldwide wireless web (WWW)*, aplicações sem fio baseadas na *web* que incluem completa capacidade multimídia além das velocidades do 4G;
- Mais aplicações combinadas com Inteligência Artificial (AI) antecipando que a vida humana será cercada por sensores artificiais que poderá se comunicar com telefones celulares;
- Não é prejudicial para a saúde humana;
- Taxas de tráfego mais baratas devido aos baixos custos de implantação da infraestrutura.

Pode-se observar a evolução das redes móveis ao longo do tempo, e paralelamente, a esta evolução foi necessário que os fabricantes dos dispositivos móveis, também, inovassem em seus produtos e ofertassem aos clientes produtos que acompanhassem toda esta tecnologia, logo, a seguir tem-se a evolução dos dispositivos móveis smartphones nos últimos anos para o acompanhamento do avanço das redes de última geração.

## RESULTADOS E DISCUSÃO

Pode-se verificar no desenvolvimento da fundamentação teórica que houve uma expressiva evolução das redes sem fio, ao longo do tempo, de forma ágil e rápida, para atender o avanço telefonia móvel, os fabricantes de dispositivos móveis se apressaram em lançar equipamentos para acompanhar a evolução tecnológica, garantindo aos usuários uma experiência de conexão contínua, rápida, estável e em qualquer lugar do planeta e para as empresas o avanço nas operações de compra, venda e para a gestão dos negócios como um todo

No Quadro 1 há um comparativo das cinco gerações de redes sem fio já disponíveis no mundo.

**Quadro 1.** Comparativo das características tecnológicas das 5 gerações de redes móveis.

| Geração      | Ano       | Padrão          | Tipo de Tecnologia | Largura de Banda | Taxa de Dados  | Recursos                  |
|--------------|-----------|-----------------|--------------------|------------------|----------------|---------------------------|
| Primeira(1G) | 1970-1980 | AMPS, TACS      | Analógica          | 2 kbps           | Sem definição  | Serviços de voz analógico |
| Segunda(2G)  | 1990-2004 | GSM, GRPS, EDGE | Digital            | 64kbps           | <80-100Kbits/s | SMS/MMS                   |

|              |           |                             |         |                     |                         |   |
|--------------|-----------|-----------------------------|---------|---------------------|-------------------------|---|
| Terceira(3G) | 2004-2010 | UMTS/<br>HSPA               | Digital | 2Mbps               | Mais de 2Mbitis/s       | SMS/MMS,<br>Acesso a internet, TV pelo celular, chamadas de vídeo   |
| Quarta(4G)   | 2010-2020 | LTE, LTE AVANÇADO,<br>Wi Fi | Digital | 1Gbps               | Experiência igual a DSL | SMS/MMS,<br>Acesso a internet, TV pelo celular, chamadas de vídeo, Serviços de jogos, Serviços em nuvem                           |
| Quinta(5G)   | 2020-2030 | WWWW                        | Digital | Bem superiora 1Gbps |                         | Mensagens instantâneas, Acesso à internet, TV HD pelo celular, TV 3Dpelo celular, chamadas de vídeos, Serviços de jogos e filmes. |

Fonte: adaptado de Martins (2016, p. 34).

Pode-se verificar a partir do Quadro 1 que houve um expressivo avanço, principalmente na velocidade de dados e na diversificação e serviços oferecidos aos usuários, sobretudo da tecnologia 5G que, no Brasil, ainda está em fase de licitação e escolha das empresas que irão operar no país.

O fato é que a rede sem fio, desde a primeira geração até a mais moderna - a quinta geração -, trouxe inúmeros ganhos para as pessoas.

Verifica-se a conectividade e as mais variadas possibilidades de usos e aplicações, tudo isto evidenciado com a pandemia do novo coronavírus, as

grandes, médias e pequenas empresas, que se viram obrigadas a se adaptarem de forma rápida e urgente à tecnologia, implantado o *home office* e as vendas através do *e-commerce* (comércio eletrônico), o que sem uma rede móvel não seria possível.

O mesmo aconteceu com as empresas e instituições educacionais, que tiveram que se reinventar adotando as aulas remotas síncronas ou assíncronas, o que possibilitou a uma infinidade de estudantes a continuidade dos estudos.

Agora, em especial para o profissional gestor da área de tecnologia da informação das empresas, a rede sem fio é um item da infraestrutura que deve ser gerenciado, escolhido e mantido de forma muito criteriosa, pois ficar sem a rede é perder produtividade, negócios, clientes, faturamento e provimento de informações incompletas, importantes na tomada de decisão de diretores, gerente e de todo o corpo diretivo de uma organização.

Portanto, o gestor de TI deve ter em mente alguns critérios para fazer a gestão da rede sem fio de uma empresa.

São eles: observar os recursos de mobilidade, a rede deve estar disponível desde o escritório até o armazém da empresa; a possibilidade de gerenciamento centralizado, ou seja o gestor é capaz de verificar a performance da rede de um único painel, por exemplo, rastreabilidade de usuários; observar o comportamento dos usuários na rede e fazer o monitoramento, cuidando da segurança das informações; criação de *hotpost* para visitantes, criptografia e garantia de segurança de dados, detectando as tentativas contínuas de autenticação de falhas; escalabilidade com a possibilidade de ampliação de pontos da rede sem fio, a velocidade e a segurança. No Quadro 1 pode-se verificar algumas destas características das redes para auxiliar o gestor de TI.

E, por fim, o gestor de TI deve ter em mente, para justificar para os empresários, a aplicação da rede sem fio e todo o investimento necessário para a implantação, os benefícios que ela traz para os negócios que são muitos entre eles, destaca-se:

1. Otimização de processos
2. Redução de custos
3. Utilização de geolocalização
4. Aumento da produtividade
5. Aproximação com o público
6. Utilização de plataformas digitais
7. Maior facilidade no acompanhamento de dados e estatísticas
8. Modernização

Como pode-se observar, os benefícios e utilização das redes móveis no contexto empresarial é diversificada, fundamental e aplicável para qualquer tipo de empresa.

66

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução histórica das redes móveis foi apresentada no presente estudo desde o seu início até os dias atuais e apontou os ganhos e benefícios das redes sem fio ao longo do tempo, dando uma visão geral e em um único lugar para os gestores de TI poderem se atualizar e ter uma perspectiva histórica para justificar escolhas e a adoção da rede móvel para a infraestrutura de TI das organizações.

O estudo do contexto histórico, evolução e perspectiva ajuda o profissional de TI a avaliar melhor os benefícios de cada uma das gerações das redes móveis e buscar justificar a modernização da infraestrutura e os investimentos em custos pois a medida que há a evolução tecnológica da rede sem fio, amplia-se os benefícios e utilização de serviços que podem ser incorporados aos negócios das empresas e a inovação.

Como oportunidade remanescente a este estudo, cumpre destacar a importância do estudo da tecnologia 5G e a sua relação com a *internet* das coisas e da inteligência artificial.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, A. L. **Administração de informática**: funções e fatores críticos de sucesso. 2. ed. São Paulo: Atlas 1999.

BHAWIYUGA, A. et al. Architectural design of IoT-cloud computing integration platform. **Telkomnika**, v. 17, n. 3, p. 1399-1408, 2019.

BORGES, N. T.; PARISI, C.; GIL, L. A. O Controller como gestor da Tecnologia da Informação - realidade ou ficção? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 9, n. 4, p. 119-140, 2005.

**CANAL TECH**. Disponível em: <https://canaltech.com.br/seguranca/5-coisas-que-voce-pode-fazer-para-proteger-os-seus-dados-no-celular/> Acesso em: 02 ago 2021.

COELHO, C. T. A. **Imagens celulares e práticas culturais juvenis no cotidiano escolar**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Artes Visuais) – Programa Associado de Pós-Graduação em Artes Visuais, Universidade

Federal da Paraíba, Universidade Federal de Pernambuco. João Pessoa/PB, 2013.

DUTRA, F. A. **Usos e apropriações do celular por jovens de classe popular**. Dissertação (Mestrado em Comunicação Midiática). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS, 2014.

DUTRA, F. A. A história do telefone celular como distinção social no Brasil. Da elite empresarial ao consumo da classe popular. **Revista Brasileira de História da Mídia**, v. 5, n. 2, p. 102-116, 2016.

FARIAS, G. F. **5G - Redes de comunicação móveis de quinta geração: evolução, tecnologia, aplicações e mercado**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação). Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça/SC, 2019.

FORESTI, F. **O uso de dispositivos móveis entre os estudantes de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina: os novos fluxos de informação**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2016.

GARCIA, J. C. R. Gestão e tecnologia da informação: desafios do profissional da informação. **Data Grama Zero**, v. 9, n. 5, p. A01, 2008.

HOSSAIN, E.; MEHDI, R., HINA, T.; ABDELNASSER, A. **5G: Evolução para Múltiplas Camadas Celular Sem Fio**. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20040/2/CT\\_TELEINFO\\_2013\\_1\\_06.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20040/2/CT_TELEINFO_2013_1_06.pdf). Acesso em: 03 ago 2021.

MARTINS, F. T. **Tecnologia 5G: o futuro das redes móveis**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Especialização em Gestão de Serviço de Telecomunicações, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2016.

MARTINS, F. V. C.; CARRANO, E. G., WANNER, E. F., TAKAHASHI, R. H. C.; MATEUS. G. R. An evolutionary dynamic approach for designing wireless sensor networks for real time monitoring. **IEEE/ACM 14th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications**, 2010, pp. 161-168, doi: 10.1109/DS-RT.2010.25.

OLIVEIRA, E. C. **Dispositivos móveis no cotidiano escolar: breve história e aplicação**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Campina Grande. Cajazeiras, PB, 2016.

OSSEIRAN, A.; BOCCARDI, F.; BRAUN, V.; KUSUME, K. MARSCH, P.; MATERNIA, M.; QUESETH, O.; SCHELLMANN, M.; SCHOTTEN, H.; TAOKA, H.; TULLBERG, H.; UUSITALO, M. A.; TIMUS, B.; FALLGREN, M. Scenarios for 5G mobile and wireless communications: the vision of the METIS project. **IEEE Commun. Mag.**, v. 52, n. 5, p. 26-35, 2014.

OTSUKA, G. S.; ZANELATO, A. P. A. O sistema Android no universo dos dispositivos móveis. **ETIC- Encontro De Iniciação Científica**, v. 8, n. 8, p. 1-15, 2012.

QUEIROZ, C. B. **Comunicações IMT-2020**: interferência e compartilhamento de frequência em ondas milimétricas. 2019. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2019.

SANTANA, I. L. C. **Do 1G ao 5G**: evolução das redes de telefonia móvel. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CETEC - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Cruz das Almas, BA, 2016.

SARTORELI, C. E.; KUCHAUSKI, N. A. U. Comparativo entre iOS, Android e Windows Phone. **ETIC- Encontro de Iniciação Científica**, v. 9, n. 9, p. 1-10, 2013.

SODRE JR, A. C. Redes celulares 5G e desenvolvimento nacional. **Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação**, v. 8, n. 2, p. 35-42, 2018.

TRISTÃO, R. V. **Redes 5G**. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Especialização em Teleinformática e Redes de Computadores, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. 35 p.

VALENTE, J. **Agência Brasil explica**: o que é a tecnologia 5G. **Agência Brasil**, 2020. Publicado em 30/03/2020 - 06:29. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-03/agencia-brasil-explica-o-que-e-tecnologia-5g>. Acesso em 08 ago 2021.

*Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*