

UNIVERSIDADE PAULISTA

VINÍCIUS EDUARDO FERRETE

TECNOLOGIA 5G E A CHAMADA INTERNET DAS COISAS

LIMEIRA

2019

VINICIUS EDUARDO FERRETE

TECNOLOGIA 5G E A CHAMADA INTERNET DAS COISAS

Trabalho de Conclusão de Curso tem o objetivo estudar a evolução da tecnologia móvel desde a criação do telefone celular até chegar na era 5G e sua possível aplicação na internet das coisas.
Universidade Paulista - UNIP

Orientador: Marcos Gialdi

LIMEIRA

2019

VINICIUS EDUARDO FERRETE

TECNOLOGIA 5G E A CHAMADA INTERNET DAS COISAS

Trabalho de conclusão de curso, título de Graduação em Ciência da Computação apresentado à Universidade Paulista – UNIP.

Banca examinadora

Prof.

Prof.

Prof.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, aos professores, todos aqueles que me ajudaram direta e indiretamente a concluir este trabalho.

Não há sensação melhor que a de superar um obstáculo que pensávamos ser impossível e descobrir quanto somos forte.
Frasesparaface.com.br

RESUMO

A tecnologia móvel teve grande avanço desde a sua criação e esse avanço trouxe muitos benefícios para as pessoas que utiliza ela seja para fazer simples ligações de um telefone para o outro, seja para acessar a internet, seja para trabalhar, seja para acessar as suas redes sociais. A evolução da tecnologia móvel está longe de acabar porque a cada dia que passa as pessoas se conectam mais a internet e também buscar facilitar suas vidas com o uso da internet, por isso já vem sendo estudado e testado a chamada internet das coisas que de acordo com os estudos realizados pode vir a ser aplicada em várias áreas e pode revolucionar a era da comunicação.

Palavras-Chave: Tecnologia Móvel – Evolução – Internet - Internet das Coisas

ABSTRACT

The mobile technology had great advance since its creation and this advance has brought many benefits to the people that use it to make simple calls from one phone to the other, to access the internet, to work, to access their social networks. The evolution of mobile technology is far from coming to an end because every day people connect to the Internet that is why the so called Internet of things have been studied and tested, which according to the performed studies may come to be applied in various areas and can revolutionize the age of communication.

Keywords: Mobile technology – Evolution – Internet - Internet of things

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O rádio de Guglielmo

Figura 2: Telefone da Era 1G

Figura 3: Telefone celular da Era 2G

Figura 4: Telefone da era 3G

Figura 5: Telefone da era 4 G

Figura 6: Sistema da Rede WIMAX

Figura 7: Hiperconectividade

Figura 8: Conectividade

Figura 9: carro recebendo informações do trânsito e fazendo rota com as informações

Figura10: Bengala inteligente

Figura 11: Cidade Inteligente

Figura 12: Internet das Coisas na área Rural

Figura 13: Internet das Coisas na Área Médica

LISTA DE ABREVIATURAS

0 G – Geração Zero

1 G – Geração 1

2 G – Geração 2

3 G – Geração 3

4 G – Geração 4

5 G – Geração 5

AMPS - Advanced Mobile Phone System ou Sistema Avançado de Telefonia Móvel

AMTS - Advanced Mobile Telephone System ou Sistema Avançado de Telefonia Móvel

BFDM - Bi-Orthogonal Frequency-Division Multiplexing ou Multiplexagem por divisão de frequência bi-ortogonal

CDMA -Code Division Multiple Access ou Acesso Múltiplo por Divisão de Código

CDMA 2000 1XEV-DV – evolução do 1XRTT (Radio Transmission Technology) ou CDMA Acesso Múltiplo por Divisão de Código 2000 1XEV-DV – evolução do 1XRTT tecnologia de transmissão de rádio

CDMA 2000 1XEV-DO – evolução do 1XRTT (Radio Transmission Technology)

CDMA 1x EV-DO – evolução do 1XRTT (Radio Transmission Technology)

FBMC – Filter Bank Multicarrier

FDMA - Frequency Division Multiple Access ou Múltiplo Acesso por Divisão de Frequência

GSM - Global System for mobile communication ou Sistema Global para Comunicações Móveis

Gbps - Gigabits por segundo

GHz - gigahertz

GFDM - Generalized Frequency Division Multiplexing ou Multiplexação por Divisão de Frequência Generalizada

HSDPS - High Speed Download Packet Service ou Serviço de Pacotes de Download em Alta Velocidade

IMEI - International Mobile Equipment Identity ou Identificação Internacional de Equipamento Móvel

IMTS - Improved Mobile Telephone Service ou Mostra Internacional de Tecnologia de Manufatura

IoT - Internet of Things ou internet das coisas

IP - Internet Protocol ou Protocolo da Internet

Kbps - kilobit por segundo

LTE - Long Term Evolution ou multiplexação por divisão de frequências ortogonais

MHz - Megahertz

Mbps - Megabit por segundo

MIMO - Multiple-input and multiple-output ou múltiplas entradas e múltiplas saídas

MTD - Mobile Telephony System ou Sistema de Telefonia Móvel

MTS - Mobile Telephone System ou Sistema de Telefonia Móvel

Mb/s - Megabytes por segundo

NMT - Nordic Mobile Telephony ou Telefonia Móvel Nórdica

NOMA - Nonorthogonal Multiple Access ou Acesso Múltiplo não ortogonal

OLT - Norwegian for Offentlig Landmobil Telefoni

PTT - Push to Talk

RSMA - Resource Spread Multiple Access ou Acesso Múltiplo Espalhado por Recurso

RTMI - Radio Telefono Mobile Integrato ou Rádio Celular Integrado

SCMA - Sparse Coded Multiple Access ou Acesso Múltiplo com Código Escasso

SIM CARD - Subscriber Identity Module ou Módulo de Identificação do Assinante

SMS - Short Message Service ou Serviço de Mensagem Curta

TACS - Total Access Communication System ou Sistema de Comunicação de Acesso Total

TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol ou Controle de Protocolo de Transmissão/Protocolo de Internet

TDMA - Time Division Multiple Access ou Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo

UFMC - Universal Filtered Multi-Carrier ou Multiportadora de Filtro Universal

UIT - International Telecommunications Union ou União Internacional de Telecomunicações

VOLP - Voice Over Internet Protocol ou Voz sobre IP

WCDMA - Wide-Band Code-Division Multiple Access ou Acesso Múltiplo por Divisão de Código de Banda Larga

WIMAX - Worldwide Interoperability for Microwave ou Interoperabilidade Mundial para Acesso de Micro-Ondas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVO	13
METODOLOGIA	13
1. SURGIMENTO DA TELEFONIA MÓVEL	14
2. GERAÇÃO DA TECNOLOGIA MÓVEL	16
2.1 Tecnologia 0G	16
2.2 Tecnologia 1G	16
2.3 Tecnologia 2G	18
2.4 Tecnologia 3G	20
2.5 Tecnologia 4G	22
3. TECNOLOGIA 5G	26
3.1 Requisitos para a tecnologia 5G	26
3.2 Possível velocidade e frequência da tecnologia 5G	27
3.3 Prováveis sistemas da tecnologia 5G	27
4. INTERNET DAS COISAS NA TECNOLOGIA 5G	28
4.1 O que é a chamada internet das coisas?	28
4.2 Influência da tecnologia 5G na internet das coisas	29
4.3 Benefícios e riscos da aplicação da internet das coisas	30
4.4 Onde a internet das coisas poderia ser aplicada?	31
4.4.1 Carros autônomos	31
4.4.2 Acessibilidade para pessoas com deficiência e idosos.....	31
4.4.3 Cidades Inteligentes	32
4.4.4 Na agricultura.....	33
4.4.5 Na Indústria.....	34
4.4.6 Na Saúde.....	35
4.4.7 Companhias Áreas	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

INTRODUÇÃO

A tecnologia móvel vem sendo usada cada vez mais a cada dia que passa, já que as pessoas usam a telefonia móvel para trocar informações, se conectar a internet, trabalhar, fazer vídeochamadas, mandar mensagens por meio de aplicativos, acessar redes sociais, etc.

Antigamente não era assim, porque a telefonia móvel apenas era utilizada para comunicação de voz e ela não era de boa qualidade.

Com o passar do tempo as necessidades das pessoas fizeram com que a tecnologia evoluísse, porque a comunicação de voz já não era mais suficiente.

A tecnologia móvel começou a ser falada com a chamada geração zero que permitia poucos recursos de comunicação.

Hoje em dia já se fala em geração 5, que está em fase de estudos e tem por objetivo revolucionar a era da comunicação trazendo mudanças na rapidez e eficiência da rede móvel.

Além de tentar melhorar a rapidez e agilidade na transmissão das informações e permitir o acesso a mais aplicativos e serviços, a tecnologia vem sendo estudada e testada com o objetivo de ser aplicada na chamada Internet das Coisas – IoT que busca conectar vários objetos e serviços a internet simultaneamente.

Este trabalho tem por objetivo estudar a evolução da tecnologia móvel e principalmente a possível aplicação da tecnologia 5G na chamada internet das coisas.

No primeiro capítulo será estudo a evolução da telefonia móvel. No segundo capítulo será estudada a evolução das tecnologias móveis, passando pela 0G, 1G, 2G, 3G e 4G.

No capítulo 3 será estudada a tecnologia 5G e no capítulo 4 será estudado a aplicação da tecnologia 5G na chamada internet das coisas, seus benefícios, seus riscos e onde ela poderia ser aplicada.

OBJETIVO

O trabalho de conclusão de curso a ser realizado tem por objetivo estudar a evolução da tecnologia móvel desde a criação do telefone celular, suas transformações ao longo do tempo, passando pelas tecnologias 1G, 2G, 3G, 4G e 5G com aplicação na internet das coisas, que é o tema principal a ser estudado.

Se busca estudar as comparações entre a velocidade, envio de mensagens, emails, ligações a longa distância, internet móvel, etc., assim como também analisar as facilidades da tecnologia 5G, a comunicação entre as coisas e as pessoas e onde pode ser aplicada.

METODOLOGIA

O estudo do presente trabalho de conclusão de curso foi feito com base em artigos científicos encontrados na internet, livros, trabalhos de conclusão de cursos e dissertação.

1. SURGIMENTO DA TELEFONIA MÓVEL

A comunicação móvel começou a ser falada em 1896 quando o Guglielmo Marconi “conseguiu a primeira patente mundial para o telégrafo sem fio – sim: redigida: Aperfeiçoamento na transmissão a impulsos sinais elétricos e nos aparelhos correspondentes” [1].

A figura abaixo mostra o rádiotelégrafo que Guglielmo inventou e utilizou para se comunicar a longa distância.



Figura 1: O rádio de Guglielmo [2]

De acordo com Solange Cristina Ricardo e Márcio Silvera [3]:

“[...] A primeira transmissão entre um transmissor e um receptor móvel celular ocorreu em julho de 1898, quando, a bordo de um navio de guerra da Marinha Real Juno, Marconi recebeu mensagens de navios de guerra em intervalos de até 45 milhas” [...].

E a evolução da comunicação móvel de rádiotelegráfo para celular começou a ser desenvolvida nos EUA no ano de 1947 pelo laboratório Bell [4].

Porém a comunicação por meio de celular só foi ativada nas décadas de 1970 e 1980, como explica Fabiana Agostini Maffei [5].

“Apesar de a comunicação móvel ser conhecida desde o começo do século XX, ela só foi desenvolvida em 1947 pelo Laboratório Bell, dos EUA, mas somente no final da década de 70 e início da de 80 o Japão e a Suécia ativam seus serviços com tecnologia própria (78 e 81 respectivamente). E em 1983 a companhia americana AT&T criou tecnologia específica, implantada pela primeira vez em Chicago [...]”.

No Brasil a comunicação por celular foi instalada na década de 1970 como também explica Fabiana Agostini Maffei [6]:

“[...] no início da década de 70, foi implantado em Brasília um serviço anterior à tecnologia celular, contando com apenas 150 terminais. E, em 1984, deu-se início à análise de sistemas de tecnologia celular, sendo definido o padrão americano, analógico AMPS, como modelo a ser introduzido (foi implantado, também, em todos os outros países do continente americano e em alguns países da Ásia e Austrália). A primeira cidade a usar o serviço foi o Rio de Janeiro, em 1990, seguido por Brasília. Em São Paulo, considerado o último dos grandes mercados do mundo, o serviço móvel celular foi inaugurado em 6 de agosto de 1993 numa área de concessão que envolveu 620 municípios, sendo 64 em sua região metropolitana e 556 no Interior. A partir de 31 de janeiro de 1998, o serviço celular passou a ser operado pela Telesp Celular S.A., na Banda A”.

Com o passar do tempo a comunicação pela telefonia móvel foi evoluindo, tendo iniciado com a geração 0G, passando pela 1G, 2G, 3G e 4G, que é a utilizada pelas pessoas atualmente.

No entanto, uma nova geração está a caminho a chamada 5G.

Todas essas gerações serão estudadas no capítulo seguinte.

2. GERAÇÃO DA TECNOLOGIA MÓVEL

2.1 Tecnologia 0G

Nem sempre a comunicação móvel foi feita de celular para celular como é feita em hoje em dia.

A comunicação foi feita inicialmente por meio de rádiotelégrafo como foi falado no capítulo anterior e posteriormente na década de 1970 passou a ser feita por meio de rádio-telefone e aparelhos de PTT - “push to talk”, como explica Rafael Souza de Oliveira e instalados em carros ou caminhões, como fala Martha Miranda Moreira [7]:

“[...] Essa tecnologia teve início na década de 70, onde esses telefones celulares eram instalados geralmente em carros ou caminhões, onde o transceptor (transmissor/receptor) era montado no porta-malas do veículo e conectado ao interior do carro, próximo ao painel e ao assento do motorista, embora também fossem feitos modelos de maleta”.

Continua explicando Martha Miranda Moreira [8] que:

[...] Essa geração de telefones móveis utilizava a comunicação half-duplex, em que os dados podem ser transmitidos em ambas as direções por uma portadora de sinal, porém não ao mesmo tempo [5]. O Walkie-talkie é um dispositivo half-duplex típico. Este equipamento possui um botão Push to Talk (PTT), usado para ligar o transmissor. Uma vez que o botão é pressionado por um dos transmissores/receptores, o outro só poderá escutar o transmissor da mensagem de voz, que poderá responder quando o botão PTT for liberado. Dá mesma forma funcionavam os dispositivos no 0G. Além disso, para realizar uma chamada, inicialmente era solicitado à operadora de telefonia móvel a configuração dessas chamadas. Cada cidade onde a tecnologia 0G estava presente possuía uma torre de antena central com 25 canais, onde o alcance de transmissão ficava em torno de 50 a 70 Km.

Nessa tecnologia a comunicação era feita de forma bem simples. Não havia tanta sofisticação em seu sistema tanto que era utilizado o sistema de tecnologia PTT (Push to Talk), o MTS (Mobile Telephone System), IMTS (Improved Mobile Telephone Service), AMTS (Advanced Mobile Telephone System), OLT (Norwegian for Offentlig Landmobil Telefoni ,Public Land Mobile Telephony) e MTD (Swedish abbreviation for Mobile Telephony system) [9].

No entanto, essa tecnologia foi substituída pela geração 01.

2.2 Tecnologia 1G

A tecnologia 1G é a primeira geração de telefonia celular sem fio e foi criada na década de 1980 [10].

A figura abaixo mostra o modelo do telefone dessa geração.



Figura 2: Telefone da Era 1G [11]

Essa tecnologia funcionava com sinal analógico e trouxe a possibilidade das pessoas poder fazer chamada de um telefone para o outro estando longe de casa e ainda em movimento [12].

Também possibilitou a transferência de dados entre um celular e outro, ou seja, apenas a conversação [13].

Apesar disso, a geração 1G não era confiável e sua transmissão de voz era ruim e sem segurança, porque as chamadas de voz eram reproduzidas em uma torre de rádio [14].

Além disso, essa tecnologia não permitia a utilização de chip, apesar de possuírem IMEI - Mobile Equipment Identif [15].

A tecnologia 1G usou vários sistemas: o sistema NMT (Nordisk Mobile Telephony) foi usado na Nórdicos, Suíça, Holanda, Europa Oriental, Rússia e Japão, o AMPS (Advanced Mobile Phone System) foi usado nos Estados Unidos, o RTMI (Radio Telefono Mobile Integrato) foi usado na Itália e o TACS (Total Access Communication System) foi usado no Reino Unido, como mostra a tabela abaixo [16].

PARÂMETROS DO SISTEMA	AMPS (EUA)	TACS (REINO UNIDO)	NMT (ESCANDI-NÁVIA)	C450 (ALEMANHA, OCIDENTAL)	NTT (JAPÃO)

Frequência de transmissão (MHz) - base - móvel	870–890 825–845	935–960 890–915	463-467,5 453-457,5	461,3-465,74 451,3-455,74	870-885 925-940
Espaçamento entre banda de transmissão e recepção (MHz)	45	45	10	10	55
Largura de canal (kHz)	30	25	25	20	25
Número de canais	666 (NES) / 832 (ES)	1000	180	222	600
Raio de Cobertura da Base (km)	2 – 25	2 – 20	1,8 – 40	5 – 30	5 (urbano) 10 (suburbano)
Sinal de áudio - modulação - Δf máximo (kHz)	FM ± 12	FM $\pm 9,5$	FM ± 5	FM ± 4	FM ± 5
Sinais de controle - modulação - Δf (kHz)	FSK ± 8	FSK $\pm 6,4$	FSK $\pm 3,5$	FSK $\pm 2,5$	FSK $\pm 4,5$
Taxa de transmissão de dados (kbps)	10	8	1,2	5,28	0,3

Tabela 1: Sistemas da Tecnologia Móvel da 1ª Geração extraído de site da internet, que foi elaborada por ILVA, 2010 [17]

Dentre esses sistemas o Brasil adotou o AMPS e seguiu os EUA [18].

O sistema AMPS é um sistema analógico que foi um dos líderes de mercado na América do Norte na época em que foi criado e que utilizava a tecnologia FMDA, que era responsável por reservar como explica Ricardo Di Lucia Santoa “uma banda de frequência para cada canal, para ser usada por todo o tempo” [19].

No entanto, essa geração se tornou ultrapassada e por isso foi substituída pela tecnologia 2G que trouxe inovações.

2.3 Tecnologia 2G

A tecnologia 2G surgiu na década de 1990 e foi a primeira a usar o sistema digital, deixando para trás o sistema analógico que foi utilizado na tecnologia 1G [20].

A tecnologia 2G passou a permitir além de fazer chamada de um telefone para o outro com qualidade de voz melhor, o envio de pequenas mensagens de texto, acesso a e-mail, assim como o acesso à internet, mas com poucos recursos [21].

Também possibilitou a identificação de chamadas, envio de mensagens multimídia, roaming internacional, o uso de chip de segurança, direcionar as ligações, ser avisado sobre eventual tarifação, plano de numeração, chamadas em conferência [22].

Ao contrário da tecnologia 1G a geração 2G era bem mais confiável, já que as mensagens de texto eram enviadas criptografadas e apenas o remetente e o destinatário eram quem recebiam as mensagens [23].

Sem contar que o designer do telefone celular, que permitia carregá-lo de um lugar para o outro, porque seu formato era bem menor que o aparelho celular utilizado pela geração 1G [24].

A imagem abaixo ilustra bem.



Figura 3: Telefone celular da Era 2G [25]

A tecnologia 2G utilizava os sistemas da GSM (Global System for mobile communication), que foi empregado na Europa, o TDMA (Time Division Multiple Access) e o CDMA (Code Division Multiple Access), que foram aplicados nos EUA, que foi usado no Japão [26].

O sistema TDMA opera sob a frequência de 850 a 1900 MHz, o que permite a transmissão de voz, por meio de uma divisão de frequência em 6 intervalos diferentes [27].

Além disso, como explica o site TELECO “permite três chamadas simultâneas dentro de uma mesma frequência, permitindo que cada usuário utilize um determinado período de transmissão” [28].

O sistema CDMA também funciona sob a frequência 800 a 1900 MHz e como também explica os colaboradores do site TELECO [29]:

O sistema CDMA permite que todos os usuários assinantes transmitam e recebam informações por um mesmo canal, simultaneamente. Para cada usuário é fornecido um código específico. Para utilizar o sistema, os usuários devem conhecer seus respectivos códigos (GRECO, 2005).

Já o sistema GSM implantado na Europa trabalha com a frequência de 800 a 1900 MHz, contudo, esse sistema é mais seguro que o sistema CDMA e TDMA, porque usa chip, que armazena todas as informações e diminui as chances de clonagens do telefone do indivíduo [30].

O chip nessa geração era chamado de cartão SIM que era o responsável por armazenar as informações do usuário, seus contatos, o serviços contratados, os SMS enviados, etc [31].

A aplicação dessa tecnologia tornou necessário a troca de aparelho de celular pelos usuários, porque a tecnologia digital agora utilizada não era compatível com a tecnologia digital dos aparelhos da tecnologia 1G [32].

2.4 Tecnologia 3G

A tecnologia 3G foi baseada no UIT (Internacional Telecommunications Union – União Internacional de Telecomunicações), que buscou implementar a frequência 2000 Mhz, com o objetivo de permitir a comunicação sem fio no mundo todo [33].

A tecnologia 3G começou a ser estudada nos anos de 1990, mas foi apenas no ano de 2001 no Japão que ela foi realmente usada. No ano de 2003 ela começou a ser usada nos EUA [34].

No Brasil a tecnologia 3G chegou no ano de 2004 quando a operadora vivo implantou a tecnologia que utilizou o sistema Evolution-Data Optimized ou CDMA 1x EV-DO. Porém essa implantação se deu inicialmente de forma parcial, já que foi implantada somente em algumas cidades [35].

Apenas no ano de 2007 é que as operadoras Claro, Tim e a Vivo conseguiram implantar a tecnologia 3G em todo o país [36].

Essa tecnologia trouxe grandes mudanças no campo da transmissão de dados, capacidade de voz, suporte de serviço e multimídia [37].

Como explica Fabrício Roberto Sena [38] essa tecnologia: “Proporciona taxas de dados muito mais elevadas, aumenta significativamente a capacidade de voz e dá suporte a serviços e aplicações avançadas, incluindo serviços de multimídia”.

Com essa tecnologia também é possível acessar sites, bem como possibilita a realização de videoconferências [39]. Fazer chamadas de vídeo e transmissão de dados, acesso ao suporte de TV pela internet e usar GPS sem fio de banda larga [40].

Toda essa evolução exigiu a criação de um modelo de celular compatível. A figura abaixo mostra o modelo de smartphone.



Figura 4: Telefone da era 3G [41]

Além dos novos serviços, essa tecnologia também teve uma modificação em seu sistema de segurança [42].

Como explica Ítala Liz da Conceição Santana Silva [43]:

No quesito segurança, a tecnologia 3G mostrou avanços como adição de novas técnicas de autenticação, aumento no tamanho das chaves - de 64 para 128 bits e a criação de algoritmos de autenticação, cifragem e integridade.

Os aparelhos de telefone celular continuaram usando o IMEI e o cartão dual chip, mas com uma diferença em seu sistema de armazenamento. Na geração 2G o armazenamento se dava em Kbps e na geração 3G o armazenamento se dá em Mbps [44].

A velocidade Kpbs equivale a 1000 bits por segundo e a Mbps corresponde a 1000 kbps ou 1.000.000 bits [45].

Nessa geração o chip era chamado de dual SIM Card que permitia o uso de dois cartões no mesmo aparelho celular, independentemente de ser da mesma operadora ou não [46].

A tecnologia 3G utilizou os sistemas WCDMA, CDMA 2000 1XEV-DV e CDMA 2000 1XEV-DO [47].

O sistema WCDMA que usa como método de acesso o CDMA tem base no protocolo da internet – IP. O acesso a essa tecnologia é feito por códigos que possibilitam a transmissão de voz e de dados com transmissão alta de até 2 Mbps [48].

O CDMA 2000 1XEV-DV utilizado para pacote HSDPS aumenta a capacidade WCDMA [49].

O CDMA 2000 1XEV-DO nada mais é que um melhoramento do sistema CDMA 2000 viabiliza a conexão sem fio de alta velocidade comparável a rede com fio. Por meio desse sistema é possível enviar e receber emails com arquivos grandes, enviar imagens e vídeos de alta resolução, jogar em tempo real, baixar músicas, vídeos na internet, ficar ligado a internet com seus computadores, seja ele doméstica ou comercial, em um apenas um único aparelho [50].

2.5 Tecnologia 4G

Problemas com a mobilidade e a demanda por dados foram os responsáveis pelo desenvolvimento da tecnologia 4G [51] (MIR; KUMAR), que foi considerada 10 vezes melhor que a tecnologia 3G [52].

A tecnologia 4G busca convergir a voz e dados em todas as redes sem fio [53], não apenas no telefone celular, mas também em qualquer outro aparelho que funcione com IP [54].

A imagem abaixo ilustra:



Figura 5: Telefone da era 4G [55]

Essa tecnologia começou a ser usada no ano de 2007 no Japão [56]. No Brasil essa tecnologia começou a ser usada no ano de 2016 [57].

Aponta Ítala Liz da Conceição Santa Silva [58] que a tecnologia 4G:

[...] permite 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

Essa comunicabilidade entre um sistema e outro, também conhecida como interoperabilidade das informações, é feita por meio do protocolo IP - Internet Protocol [59].

Como explica José Renato Ribeiro Mendes [60] que:

Esse protocolo permite que vários usuários acessem a rede de internet, obtendo diversos tipos de serviços como: dados, fotos e vídeos em qualquer lugar, e ainda fazer uma ligação com alta qualidade. Esse processo é feito por um transmissor (Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal) que aceita os dados a partir de uma rede IP, convertendo e codificando antes de fazer a modulação. O OFDM proporciona uma melhor ligação e qualidade da comunicação sem muito atraso na escolha dos multicaminhos.

Além da qualidade dos serviços o IP traz um pouco mais de segurança. Como explica Ítala Liz da Conceição Santa Silva [61]:

O IP agrega técnicas de segurança que antes eram somente usadas no core da rede e permite que diversos usuários possam acessar a internet a fim de obter serviços como dados, fotos e vídeos em qualquer local, e ainda poder realizar chamadas de alta qualidade, através da tecnologia Voice over Internet Protocol (VoIP).

O funcionamento dessa tecnologia se dá pelos sistemas do WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave) e o LTE (Long Term Evolution) [62].

Como explica Victor de Souza Mazzoni o sistema WIMAX [63]:

[...]transmite uma variedade de sinais sem fio e pode ser operado no modo de ponto e multiponto. Foi desenvolvido em 2001 pelo WiMax Forum. Esta tecnologia elimina a necessidade de fios e é capaz de fornecer 10 Mbps. O WiMax é semelhante ao Wi-Fi com a exceção de que oferece acesso de alta velocidade, banda larga numa área muito mais ampla e com muito menos interferência. Dessa forma, os dispositivos habilitados para o serviço WiMax podem acessar a Internet em quase qualquer lugar dentro da grande área de cobertura e em locais onde não há pontos de conexão Wi-Fi disponíveis.

Como fala Martha Miranda Moreira o sistema WIMAX pode ser dividido em dois tipos [64]:

WiMAX: o WiMAX fixo (IEEE 802.16-2004) e o WiMAX móvel (IEEE 802.16-2005) [38]. A diferença do WiMAX móvel para o fixo, é que o móvel atende usuários em movimento, à velocidades de até 120 km/h, entre uma estação e outra, enquanto o WiMAX fixo determina as conexões de linha fixa por meio de uma antena montada num telhado, como uma antena de televisão. O WiMAX móvel acaba trazendo mais comodidade para o cliente que se encontra em áreas remotas. Algumas diferenças e similaridades entre o WiMAX fixo e móvel citadas neste capítulo foram listadas na Tabela 4.1.

A figura abaixo mostra como é o funcionamento desse sistema:

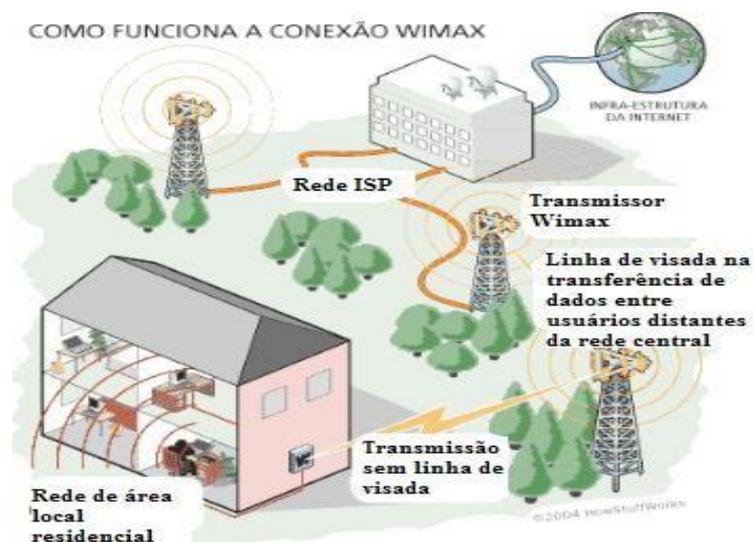


Figura 6: Sistema da Rede WIMAX [65]

O sistema LTE busca melhorar o download e o upload e para alcançar esse objetivo o LTE usa as modulações chamadas MIMO e OFDMA [66].

De acordo com Gustavo Mendes Santos a modulação MIMO [67]:

[...] possui como principal objetivo a diversidade espacial e conseqüentemente maiores taxas na transmissão de dados. Esta tecnologia corresponde à utilização de duas ou mais antenas para transmissão e recepção do sinal.

Continua explicando Gustavo Mendes Santos que a modulação OFMDA [68]:

[...] é uma técnica de acesso baseada na modulação por múltiplas portadoras e na multiplexação por divisão de frequência (a banda para transmissão do sinal é dividida em subportadoras sobrepostas, porém ortogonais). Dessa forma obtém-se uma eficiência espectral com relação aos outros sistemas [...].

Interesse mencionar que o sistema LTE também trouxe mudanças no núcleo de comunicação e também aumentou a taxa de transmissão dos dados, como explica Martha Miranda Moreira [69]:

[...] Além de apresentar eficiente suporte de antenas com a tecnologia MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), também apresenta mudanças em seu núcleo de comunicação, que é fundamentalmente baseado em TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), permitindo a utilização da tecnologia Volp (Voice Over Internet Protocol), que 29 anteriormente era inviável utilizando a internet discada. Algo que também contribuiu não só na implementação do VolP, como na evolução das redes móveis num todo, foi sua taxa de transmissão de dados de 100Mbps/s para Downlink e 50Mbps/s para Uplink, com largura de banda de 20 MHz

A tecnologia 4G é a geração mais atual e a utilizada no mundo todo hoje. Contudo, já vem sendo estudado a implantação da tecnologia 5G que busca revolucionar a era da comunicação.

Essa nova tecnologia será estudada com mais detalhes no capítulo seguinte com aplicação na chamada internet das coisas.

3. TECNOLOGIA 5G

A cada dia que passa o número de pessoas acessando a internet por meio móvel vem aumentando e isso fez com que se passasse a pensar na criação de uma tecnologia mais rápida e mais eficiente (5G) do que a que temos hoje.

Explica Marcela Coelho [70] que a tecnologia 5G “promete aos usuários uma cobertura mais ampla e eficiente, velocidade de upload e download de dados mais rápida, até 10 vezes superior ao 4G, número maior de dispositivos acessando a internet ao mesmo tempo”.

Para tentar melhorar esses pontos a proposta é misturar o que de melhor tem nas tecnologias 2G, 3G e 4G e possibilitar a cobertura em qualquer lugar [71].

Além da rapidez e eficiência a tecnologia 5G busca impulsionar a aplicação da chamada Internet das Coisas (IoT), que tem por objetivo permitir a conexão simultânea de eletrodomésticos, meios de transportes, roupas, maçanetas a internet, bem como a outros dispositivos, tais como computadores e celulares [72].

3.1 Requisitos para a tecnologia 5G

De acordo com os estudos realizados para que a tecnologia 5G consiga realizar a melhoria nos serviços que propõe a tecnologia 5G precisa cumprir 08 requisitos escritos abaixo [73]:

1. Conexões de 1- 10Gbps para ponto fim da rede (ou seja, velocidade efetiva para o usuário, e não velocidade máxima teórica);
2. Latência de 1ms em rotas fim-a-fim;
3. Incremento de 1000x na largura de banda por unidade de área;
4. Incremento de 10-100x no número de usuários conectados;
5. 99,999% de disponibilidade da rede;
6. 100% de cobertura geográfica;
7. 90% de redução no uso de energia de rede;
8. 10 anos de vida útil da bateria para dispositivos de baixo uso energético

O bom funcionamento da tecnologia 5G depende principalmente o melhoramento da conexão 1-10 Gbps e da latência de 1 ms (item 1 e 2 dos requisitos), porque os outros requisitos são considerados fatores a mais para se conseguir implantar a tecnologia 5G [74].

De acordo com o site BringIT [75] latência significa:

[...] o tempo necessário entre a estimulação e o funcionamento real da rede. Isto é, quando você dá a ordem para entrar em um site no seu smartphone, há uma “espera”, por mais rápida que seja, para que a ordem se transforme

na ação propriamente dita e o navegador entenda o seu objetivo para carregar a página.

3.2 Possível velocidade e frequência da tecnologia 5G

Para que possa ter um bom funcionamento a tecnologia 5G deveria ter, de acordo com Lucas Braga [76] no mínimo 100 MHz de espectro livre, com a possibilidade de chegar a 1GHz, quando fosse possível. Porém, seria quase impossível alcançar 100 MHz nas frequências abaixo de 2,6 GHz, que hoje é a utilizada no 4G no Brasil. Por isso, a frequência 6GHz é a frequência que deve ser aplicada no 5G.

Já a velocidade, de acordo com Lucas Braga [77], deve a tecnologia 5G oferecer no mínimo, 20 Gb/s de download e 10 Gb/s de upload em cada uma das estações de rádio. Na prática, continua explicando que a velocidade deve chegar a 100Mb/s de download e 50 Mb/s de upload.

3.3 Prováveis sistemas da tecnologia 5G

A tecnologia 5G ainda não foi implantada e está em estágio de testes por isso não se sabe qual é o sistema que a tecnologia 5g vai utilizar para tornar a tecnologia mais rápida e eficiente como ela propõe [78].

Porém alguns sistemas estão em estudo: o GFDM (Generalized Frequency Division Multiplexing), o UFMC (Universal Filtered Multi-Carrier), FBMC (Filter Bank Multicarrier), o BFDM (Bi-Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), o SCMA (Sparse Coded Multiple Access), NOMA (Nonorthogonal Multiple Access) e RSMA (Resource Spread Multiple Access) [79].

4. INTERNET DAS COISAS NA TECNOLOGIA 5G

4.1 O que é a chamada internet das coisas?

Hoje muito se fala da chamada Internet das Coisas - IoT porém não há um conceito só porque cada pessoa define a internet das coisas de um jeito [80].

Para Kevin Ashton [81] a internet das coisas é:

A 'Internet das Coisas' significa sensores conectados à Internet, se comportando no estilo da Internet, criando conexões ad hoc abertas, compartilhando dados com liberdade e permitindo aplicações inesperadas. Assim os computadores podem entender o mundo ao seu redor e se tornar um sistema nervoso da humanidade.

Para Olga Cavalli [82] internet das coisas é: “[...] um conjunto de tecnologias e protocolos associados que permitem que objetos se conectem a uma rede de comunicações e são identificados e controlados através desta conexão de rede”.

Como explica Eduardo Magrini [83]:

Existem fortes divergência em relação ao conceito IoT, não havendo, portanto, um conceito único que possa ser considerado pacífico ou unânime. De maneira geral, pode ser entendido como um ambiente de objetos físicos interconectados com a internet por meio de sensores pequenos e embutidos, criando um ecossistema de computação onipresente (ubíqua), voltado para a facilitação do cotidiano das pessoas introduzindo soluções funcionais nos processos do dia a dia. O que todas as definições de IoT têm em comum é que elas se concentram como computadores, sensores e objetos interagem uns com os outros e processam informações/dados em um contexto de hiperconectividade.

Eduardo Magrini [84] explica também que o termo hiperconectividade significa:

[...] comunicações entre indivíduos (person-to-person, P2P) indivíduos e máquinas (human-to-human, H2M) e entre máquinas(machine-to-machine), valendo-se, para tanto, de diferentes meios de comunicação. Há nesse contexto fluxo contínuo de informações e massiva produção de dados.

A imagem abaixo mostra um pouco dessa hiperconectividade.

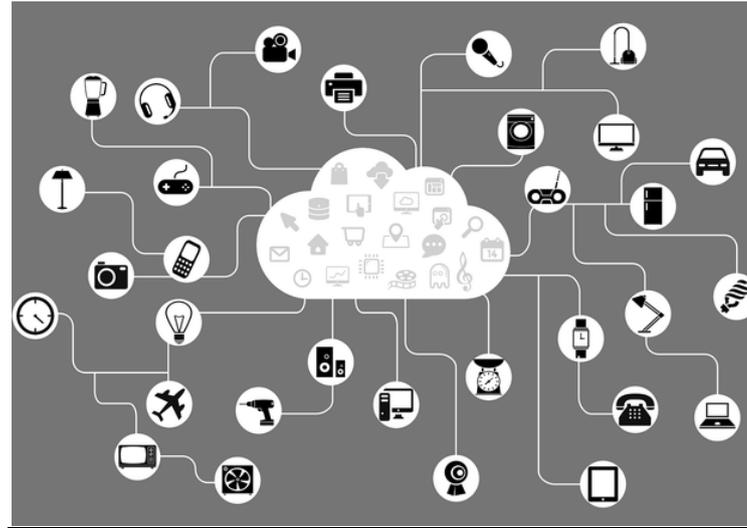


Figura 7: Hiperconectividade [85]

4.2 Influência da tecnologia 5G na internet das coisas

De acordo com Moisés Panegassi Fachini, Nathalia Pinheiro Mesquita, Rafael Padovani Oliveira e Patricia Gallo de França [86]: “a internet das coisas tem como princípio básico a conectividade”.

Essa conectividade poderá vir a ser dada pela tecnologia 5G, porque de acordo com os colaboradores do site Canal Comstor, no artigo “Tecnologia 5G e IoT: Como essas tendências se relacionam?” [87] o:

5G aparece como uma solução capaz de absorver conexões simultâneas, de forma eficiente e com menor consumo de energia. É uma rede programada para dar resposta em tempo real, além de ser escalável e versátil.

A imagem abaixo mostra como se dá a conectividade:

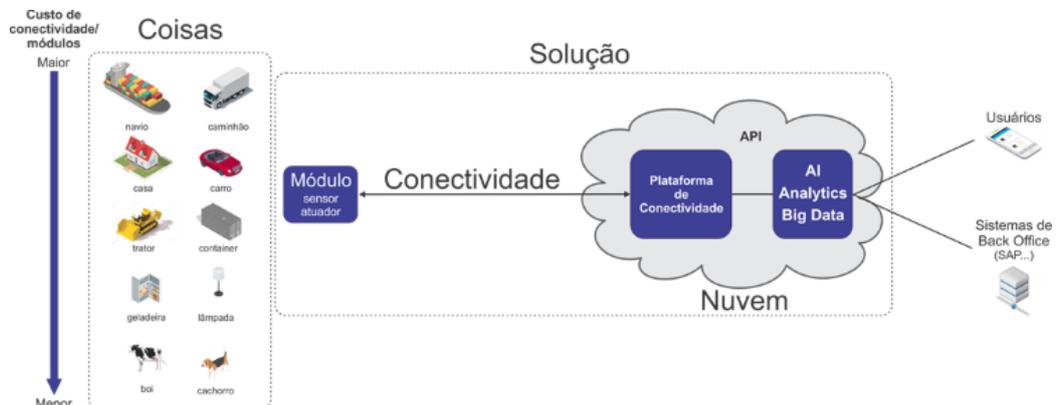


Figura 8: Conectividade extraída do site: Teleco [88]

Explicam Larissa de Souza Pereira Rosa, Renan Góes Barcelos, Yago Pereira Prado e Yan Real [89] que:

[...] é possível verificar que o 5G atenderá à todas as aplicações de IoT de forma superior às demais tecnologias apresentadas. Dispositivos poderão contar com uma alta mobilidade e ainda poderão ter uma alta taxa de transmissão com uma latência baixa. Além disso, o 5G poderá conectar a maior quantidade de dispositivos do que qualquer outra tecnologia por km.

Por isso a tecnologia 5G faz com que a internet das coisas possa se tornar real, já que a tecnologia 5G poderá vir a ser capaz de manter todos os dispositivos conectados independentemente de onde estiver e sem que uma pessoa precise intervir tudo isso por causa da conectividade [90].

4.3 Benefícios e riscos da aplicação da internet das coisas

A internet das coisas quando passar a ser usada irá facilitar a vida das pessoas, porque quase tudo poderá vir a ser conectado a ela, desde um simples controle de ar condicionado, iluminação de uma casa, geladeira, aparelho de som ou alarme de casa apenas com um dispositivo móvel: celular ou tablet [91] e até máquinas de uma empresa, o que poderá aumentar a produtividade dela [92].

Porém é importante falar que essa facilidade pode trazer riscos as pessoas, porque como explica os colaboradores do site FastHeld “Como qualquer outro aparelho conectado à internet, os dispositivos presentes na Internet of Things estão sujeitos a diversos tipos de ataques” [93].

Isso pode causar muitos transtornos como explica os colaboradores do site Info [94]:

Imagine os transtornos que uma pessoa teria se o sistema de segurança de sua casa fosse desligado inesperadamente por conta de uma falha de software ou mesmo por uma invasão orquestrada por criminosos virtuais. Os riscos não são apenas individuais. Pode haver problemas de ordem coletiva. Pense, por exemplo, em uma cidade que tem todos os semáforos conectados. O sistema de gerenciamento de trânsito controla cada um deles de modo inteligente para diminuir congestionamentos, oferecer desvios em vias bloqueadas por acidentes e criar rotas alternativas quando há grandes eventos. Se esse sistema for atacado ou falhar, o trânsito da cidade se tornará um caos em questão de minutos.

Por isso como explica Camillo di Jorge no artigo: Internet of Everything -Os riscos e como devemos proteger os dispositivos [95]:

[...]é fundamental que o usuário se conscientize sobre os riscos e cuidados relacionados ao tema e que coloque em prática medidas básicas de segurança cibernética que possam proteger seus dados, pois somente

assim será possível aproveitar 100% das facilidades dessa tecnologia que, em pouco tempo, estará presente em todos os lugares.

4.4 Onde a internet das coisas poderia ser aplicada?

A internet das coisas pode ser aplicada em várias áreas. Vamos analisar algumas áreas.

4.4.1 Carros autônomos

Os carros autônomos poderão se conectar a outros carros que estão no caminho e trocar informações, alertar o motorista quando tiver ocorrido acidentes de trânsito, quando o trânsito estiver congestionado, coletar dados dos semáforos e da sinalização das rodovias para planejar o melhor caminho, ajudando a diminuir o consumo de combustível [96].

Nesse caso vai ser necessário a criação de uma estrutura de rede segura e rápida e o sinal também precisa ser contínuo e confiável. A tecnologia 5G é a tecnologia mais indicada a ser aplicada, porque ela permite a transferência de informações em taxas altas, em menor tempo, com ultra confiabilidade, além de ser capaz de suportar bilhões de aparelhos conectados ao mesmo tempo. Nenhuma das outras gerações é capaz disso [97].



Figura 9: carro recebendo informações do trânsito e fazendo rota com as informações [98]

4.4.2 Acessibilidade para pessoas com deficiência e idosos

A internet das coisas pode ser usada para ajudar as pessoas com deficiência e idosos em tarefas básicas do dia a dia como atravessar uma rua, com a criação de

uma cadeira de rodas movida com a voz chamada de RWST (Robotic Wheelchair Skills Test) que está sendo testada [99].

A internet das coisas também pode vir a ser aplicada na criação de bengalas para pessoas cegas que podem informar obstáculos, por meio de voz no fone de ouvido, vibrações [100].

A imagem abaixo dá um exemplo disso.



Figura 10: Bengala inteligente extraída do site[101]:

A aplicação da internet das coisas para as pessoas com deficiência tem por objetivo aumentar a autonomia e melhorar a qualidade de vida deles [102].

4.4.3 Cidades Inteligentes

De acordo com colaboradores do site Viva Decora Pro, no artigo Cidades inteligentes - a tecnologia como solução de problemas urbanos! a cidade inteligente pode ser definida como sendo aquela cidades que “[...] utilizam a tecnologia para promover o bem-estar dos moradores, o crescimento econômico e, ao mesmo tempo, melhorar a sustentabilidade” [103].

Também explica Larissa de Souza Pereira Rosa, Renan Góes Barcelos, Yago Pereira Prado e Yan Real a cidade inteligente [104]:

[...] baseia-se em trocas inteligentes de informações que fluem entre subsistemas diferentes. A cidade atuará sobre esse fluxo de informações para tornar seu ecossistema mais amplo e mais eficiente em termos de recursos. A troca de informações baseia-se numa estrutura operacional de governança 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 cotidianos, incluindo congestionamento, gerenciamento de resíduos, eventos de entretenimento e fornecimento de energia. Por exemplo: automóveis inteligentes seriam

capazes de se comunicar com os smartphones de pedestres, bem como semáforos e outros carros para antecipar as condições de tráfego e até mesmo (uma vez que os carros autônomos se tornam uma realidade) evitar colisões.

A imagem abaixo mostra bem como será a cidade inteligente.



Figura 11: Cidade Inteligente [105]

Como explica os colaboradores do site Teleco mostram alguns objetivos da cidade inteligente abaixo apontados [106]:

- Combater a criminalidade, através de sistemas de vigilância (Câmeras)
- Diminuir os engarrafamentos, através do controle do tráfego e monitoramento das condições das vias.
- Facilitar a utilização de transporte e estacionamentos públicos.
- Facilitar a coleta de lixo, limpeza de bueiro, manutenção de iluminação pública e outras infraestruturas públicas.

A tecnologia 5G atende os requisitos para a aplicação da internet das coisas no caso de cidade inteligente, porque ela busca ser mais rápida, responsiva e estável, diferente das tecnologia 1G,2G,3G e 4G, sem contar que a tecnologia 5G busca permitir que os equipamentos podem se comunicar entre eles sem que uma pessoa intervenha [107].

4.4.4 Na agricultura

A agricultura é um setor muito importante no Brasil e por isso a internet das coisas pode ser aplicada para tornar as plantações mais eficazes e a melhorar a produtividade [108].

Como explica os colaboradores do site:Sonda, no artigo: 6 possíveis aplicações da Internet das Coisas em PMEs [109]:

A Internet das Coisas também pode ser integrada ao setor rural. No caso da agricultura, essa tecnologia torna a gestão de plantações mais eficaz, inteligente e precisa. O gestor passa a poder extrair mais de suas áreas de plantio, reduzindo o desperdício de recursos e mantendo o nível de produtividade elevado.

Sensores podem ser conectados diretamente às áreas de plantio para identificar o estado do solo. Dados como nível de nutrientes e umidade da terra serão detectados em tempo real. Por tudo isso e muito mais, tarefas como distribuição de água, nutrientes e insumos são feitas sem desperdícios, maximizando a lucratividade da atividade.

A figura abaixo mostra um pouco da aplicação.



Figura 12: Internet das Coisas na área Rural [110]

4.4.5 Na Indústria

No setor da indústria como explica Larissa de Souza Pereira Rosa, Renan Góes Barcelos, Yago Pereira Prado e Yan Real [111]:

As aplicações industriais estão no centro da Internet das Coisas. Ao permitir que a execução de processos industriais seja observada, monitorada, controlada e automatizada no domínio digital, a IoT industrial dará um salto importante na produtividade e desencadeará o crescimento econômico do setor. Com o avanço do aprendizado de máquina (machine learning), técnica onde os equipamentos são capazes de “aprender” rotinas e agir sobre elas, um maior número de informações está sendo tratado para a tomada de decisões dentro das indústrias [46]. Redes robustas de sensores monitoram níveis de temperatura, pressão, gás, água e até condições de trabalho do maquinário para que determinadas situações sejam aprendidas e decisões sejam tomadas no momento exato da necessidade. Tais situações exigem uma latência na ordem 0,5 ms e que a confiabilidade da informação seja de 99,9999 %, requisitos que o 5G deverá atender.

4.4.6 Na Saúde

Na área da saúde a internet das coisas pode trazer grandes evoluções. José Aldair Mosh [112] menciona algumas vantagens da internet das coisas na área médica.

- Registro autônomo de informações
- Monitoramento contínuo do paciente
- Facilidade no compartilhamento de dados
- Maior acesso às informações sobre saúde
- Armazenamento automático na nuvem
- Histórico médico mais completo, com apoio a diagnósticos assertivos
- Empoderamento do paciente
- Fortalecimento de ações preventivas e de autocuidado.

A internet das coisas pode ser utilizadas para fazer o registro de exames, implantação de marcapassos inteligentes no paciente, instalação de equipamentos no hospital, com o objetivo de evitar quedas das pessoas mais debilitadas, analisar o histórico de saúde de cada paciente, o que facilita na descoberta do melhor tratamento, no exame que deve ser feito e mais acerto no diagnóstico, verificar a higiene nas mãos, o que é importante na área de saúde para evitar bactérias [113].



Figura 13: Internet das Coisas na Área Médica [114]

4.4.7 Companhias Áreas

As companhias áreas buscam implantar a internet das coisas com o objetivo de obter informações sobre rotas, consumo, o que leva a diminuição de custos. Também será possível detectar problemas nos motores e peças, o que facilita e agiliza o trabalho da equipe de manutenção na busca das peças que precisariam ser trocadas ou consertadas [115].

Também pode facilitar na procura das bagagens perdidas ou que foram violadas [116].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi possível perceber o impacto que a evolução da tecnologia móvel teve em nosso dia a dia e a importância da evolução ao longo de cada uma das gerações (0G,1G,2G,3G,4G), que passou de simples comunicação telefônica para envio e troca de mensagens e acesso aos mais diversos aplicativos e outros serviços: ligações com vídeo chamada, baixar músicas, ver filmes e baixar vídeos, fazer comprar, etc.

Também foi possível perceber quais mudanças a tecnologia 5G pretende fazer no campo da frequência, a rapidez do envio e troca de informações, a área em que poderá ser aplicada, na área rural ou na cidade que se forem mesmo aplicadas poderá trazer vários benefícios a todas as pessoas que vão utilizar ela.

Também foi possível perceber a importância do desenvolvimento da tecnologia 5G para tentar com essa tecnologia aplicar a chamada internet das coisas, que tem tudo para revolucionar a era da comunicação, já que de acordo com os estudos feitos ela poderá ser aplicada em várias áreas: saúde, transporte, trânsito, indústria, agricultura, que se conseguir se colocada em prática pode vir a ajudar a salvar vidas, evitar acidentes, economia para os agricultores, agilidade na prestação de serviço, nas indústrias.

No momento tudo não se tem nada concreto. Tudo o que temos são hipóteses de sistemas que poderiam ser utilizados, locais de aplicações, seus benefícios e seus riscos, o que pode ou não, o que vai ou não acontecer nós só vamos saber quando for implantada a tecnologia 5G e a partir dela saber se a internet das coisas vai ou não funcionar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NETO, Pedro Alcântara. **História das Comunicações e das telecomunicações**. Disponível em: http://www2.ee.ufpe.br/codec/Historia%20das%20comunicaes%20e%20das%20telcomunicaes_UPE.pdf>. pág. 20. Acesso em: 01 de outubro de 2019
- [2] LONGLEY, Robert. **Biography of Guglielmo Marconi, Italian Inventor and Electrical Engineer**. ThoughtCo. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/guglielmo-marconi-biography-4175003>>.
- [3] RICARDO, Solange Cristina; SILVEIRA, Márcio. **A Evolução do Sistema da Tecnologia de Telefonia Móvel como Geradora de Comunicação Ubíqua e pervasiva**. V Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade – SINGEP. Anais do V SINGEP – São Paulo – SP – Brasil – 20, 21 e 22/11/2016, pág. 03. Disponível em: <https://singep.org.br/5singep/resultado/476.pdf>>.
- [4] MAFFEI, Fabiana Agostini. **Educação: Qualquer coisa me ligue! – O uso do Celular**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Programa de melhoria e expansão do ensino médio-curso de capacitação de professores da área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Disponível em: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/capacitacao/capacitacao/ccpmem/fabiana/fabiana_comput.htm>
- [5] MAFFEI, Fabiana Agostini. **Educação: Qualquer coisa me ligue! – O uso do Celular**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Programa de melhoria e expansão do ensino médio-curso de capacitação de professores da área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Disponível em: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/capacitacao/capacitacao/ccpmem/fabiana/fabiana_comput.htm>
- [6] MAFFEI, Fabiana Agostini. **Educação: Qualquer coisa me ligue! – O uso do Celular**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Programa de melhoria e expansão do ensino médio-curso de capacitação de professores da área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Disponível em: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/capacitacao/capacitacao/ccpmem/fabiana/fabiana_comput.htm>.
- [7] OLIVEIRA, Rafael Souza de. **Confiabilidade de Conexão entre Dispositivos Aplicados ao 5G**. Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas Departamento de Computação e Sistemas, 2017, pág. 16. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/627/1/MONOGRAFIA_ConfiabilidadeConex%C3%A3oDispositivos.pdf>.

- [8] MOREIRA, Martha Miranda. **5G – Evolução, MIMO massivo, beamforming e formas de onda**. Trabalho de Conclusão de curso apresentado na Universidade Federal Fluminense - Escola de Engenharia, 2018. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/7056/1/Martha_Moreira_TCC_5G.pdf.
- [9] OLIVEIRA, Rafael Souza de. **Confiabilidade de Conexão entre Dispositivos Aplicados ao 5G**. Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas Departamento de Computação e Sistemas, 2017, pág. 16. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/627/1/MONOGRAFIA_ConfiabilidadeConex%C3%A3oDispositivos.pdf.
- [10] MIR, Mohammad Meraj ud in; KUMAR, Sumit Kumar. **Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G**. (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (3), 2015, 2545-2551. Disponível em: <http://ijcsit.com/docs/Volume%206/vol6issue03/ijcsit20150603123.pdf>.
- [11] HUD. **Falando sobre 1G, 2G, 3G e 4G**. Falando sobre It, 2015. Disponível em: <https://falandosobreit.wordpress.com/2015/08/16/5/>.
- [12] SANTOS, Ricardo Di Lucia. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS**. UFRJ. Disponível em: https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/1_2.html.
- [13] BARROS, Evelin. **Entenda a diferença e a tecnologia por trás da conexão do seu celular**. MAXIEDUCA, 2018. Disponível em: <https://blog.maxieduca.com.br/sigla-diferenca-4g/>.
- [14] MIR, Mohammad Meraj ud in; KUMAR, Sumit Kumar. **Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G**. (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (3), 2015, 2545-2551. Disponível em: <http://ijcsit.com/docs/Volume%206/vol6issue03/ijcsit20150603123.pdf>.
- [15] MOTA, Vitor Luiz Gomes Mota; CARVALHO, Roberta; CORREA, Carina; RENNA, Roberto Brauer Di; MAGRI, Vanessa; FERREIRA, Tadeu Ferreira; CASTELLANOS, Pedro; MATOS, Leni. **Evolução da tecnologia de telefonia móvel e estudo e caracterização de um sistema móvel 5G de quinta geração - Evolution of mobile service and study and description of fifth generation (5G) mobile system using OFDM**. ENGEVISTA, V. 21, n.1, p.154-175, Fevereiro 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/27028-96923-1-PB.pdf>.
- [16] SANTOS, Gustavo Mendes. **LTE: Soluções de Voz – I**. Seção: Tutoriais Telefonia Celular. TELECO – Inteligência em telecomunicações. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialltevoz1/pagina_2.asp.
- [17] SANTOS, Gustavo Mendes. **LTE: Soluções de Voz – I**. Seção: Tutoriais Telefonia Celular. TELECO – Inteligência em telecomunicações. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialltevoz1/pagina_2.asp.

- [18] SANTOS, Gustavo Mendes. **LTE: Soluções de Voz – I.** Seção: Tutoriais Telefonia Celular. TELECO – Inteligência em telecomunicações. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialltevoz1/pagina_2.asp>.
- [19] SANTOS, Ricardo Di Lucia. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS.** UFRJ. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/1_2.html>.
- [20] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações.** TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.
- [21] MOTA, Vitor Luiz Gomes Mota; CARVALHO, Roberta; CORREA, Carina; RENNA, Roberto Brauer Di; MAGRI, Vanessa; FERREIRA, Tadeu Ferreira; CASTELLANOS, Pedro; MATOS, Leni. **Evolução da tecnologia de telefonia móvel e estudo e caracterização de um sistema móvel 5G de quinta geração - Evolution of mobile service and study and description of fifth generation (5G) mobile system using OFDM.** ENGEVISTA, V. 21, n.1, p.154-175, Fevereiro 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/27028-96923-1-PB.pdf>.
- [22] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações.** TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.
- [23] MIR, Mohammad Meraj ud in; KUMAR, Sumit Kumar. **Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G.** (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (3), 2015, 2545-2551. Disponível em: <<http://ijcsit.com/docs/Volume%206/vol6issue03/ijcsit20150603123.pdf>>.
- [24] MONTEIRO, Daniele. **Qual a diferença entre 3G e 4G?** TechTudo, 2011. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/06/qual-diferenca-da-rede-3g-para-4g.html>.
- [25] HUD. **Falando sobre 1G, 2G, 3G e 4G.** Falando sobre It, 2015. Disponível em: <<https://falandosobreit.wordpress.com/2015/08/16/5/>>.
- [26] SILVA, Ítala Liz da Conceição Santana. **Do 1G ao 5G: Evolução das redes de telefonia móvel.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no ano de 2016. Disponível em: <http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190327163532_2015.2_-_TCC_Itala_Liz_->.
- [27] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações.** TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.
- [28] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações.** TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.

- [29] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações**. TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp
- [30] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações**. TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp
- [31] **CARTÃO SIM**. Wikipedia a Enciclopédia Livre. Disponível em: ¹ https://pt.wikipedia.org/wiki/Cart%C3%A3o_SIM.
- [32] BARROS, Evelin. **Entenda a diferença e a tecnologia por trás da conexão do seu celular**. MAXIEDUCA, 2018. Disponível em: <https://blog.maxieduca.com.br/sigla-diferenca-4g/>.
- [33] MIR, Mohammad Meraj ud in; KUMAR, Sumit Kumar. **Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G**. (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (3), 2015, 2545-2551. Disponível em: <http://ijcsit.com/docs/Volume%206/vol6issue03/ijcsit20150603123.pdf>.
- [34] MENDES, Renato Ribeiro. **5G: A quinta geração**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentada na Universidade Tecnológica do Paraná. Programa de pós-graduação em informática em especialização em teleinformática e redes de computadores, no ano de 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3866/1/CT_TELEINFO_2013_1_06.pdf.
- [35] SGANZERLA, André Ricardo; RÜKER, Lauro Henrique de Aquino. **Estudo Comparativo entre as redes 3G e 4G**. Curso de Sistemas e Segurança de Redes. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Disponível: <http://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/RSS/TCCRSS09A/Andrei%20Ricardo%20Sganzerla%20-%20RSS09A.pdf>.
- [36] SILVA, Ricardo PEREIRA; JUNIOR, Eli CANDIDO. **Origem e utilização da tecnologia 3G no Brasil**. Faculdades Integradas Antonio Eufrásio de Toledo, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/3609-9127-1-PB.pdf>.
- [37] CRUZ, Bruna Souza. 3G, 4G e 5G: entenda a tecnologia por trás da conexão do seu celular. Uol, 2018. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2018/10/18/entenda-a-tecnologia-por-tras-do-3g-4g-e-5g.htm>.
- [38] SENA, Fabricio Roberto. **Evolução da Tecnologia Móvel Celular e o Impacto nos Resíduos de Eletroeletrônicos**. Dissertação de Mestrado, 2012. Disponível em: http://www.urb.puc-rio.br/dissertacao/dissertacao_fabricio_sena.pdf.
- [39] MOTA, Vitor Luiz Gomes Mota; CARVALHO, Roberta; CORREA, Carina; RENNA, Roberto Brauer Di; MAGRI, Vanessa; FERREIRA, Tadeu Ferreira; CASTELLANOS, Pedro; MATOS, Leni. **Evolução da tecnologia de telefonia móvel e estudo e caracterização de um sistema móvel 5G de quinta geração -**

Evolution of mobile service and study and description of fifth generation (5G) mobile system using OFDM. ENGEVISTA, V. 21, n.1, p.154-175, Fevereiro 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/27028-96923-1-PB.pdf>.

[40] MIR, Mohammad Meraj ud in; KUMAR, Sumit Kumar. **Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G.** (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (3), 2015, 2545-2551. Disponível em: <http://ijcsit.com/docs/Volume%206/vol6issue03/ijcsit20150603123.pdf>.

[41] HUD. Falando sobre 1G, 2G, 3G e 4G. Falando sobre It, 2015. Disponível em: <https://falandosobreit.wordpress.com/2015/08/16/5/>.

[42] SILVA, Ítala Liz da Conceição Santana. **Do 1G ao 5G: Evolução das redes de telefonia móvel.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no ano de 2016. Disponível em: http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190327163532_2015.2_-_TCC_Itala_Liz_-.

[43] SILVA, Ítala Liz da Conceição Santana. **Do 1G ao 5G: Evolução das redes de telefonia móvel.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no ano de 2016. Disponível em: http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190327163532_2015.2_-_TCC_Itala_Liz_-.

[44] MOTA, Vitor Luiz Gomes Mota; CARVALHO, Roberta; CORREA, Carina; RENNA, Roberto Brauer Di; MAGRI, Vanessa; FERREIRA, Tadeu Ferreira; CASTELLANOS, Pedro; MATOS, Leni. **Evolução da tecnologia de telefonia móvel e estudo e caracterização de um sistema móvel 5G de quinta geração - Evolution of mobile service and study and description of fifth generation (5G) mobile system using OFDM.** ENGEVISTA, V. 21, n.1, p.154-175, Fevereiro 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/27028-96923-1-PB.pdf>.

[45] MELHORPLANO. **O que é Giga, Mega, Kbps e Mbps?**, 2019. Disponível em: <https://melhorplano.net/blog/o-que-e-giga-mega-kbps-mbps/>.

[46] MANNARA, BARBARA. **Celular dual chip: dicas para gerenciar dois cartões SIM no Android.** TechTudo, 2017. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2017/09/celular-dual-chip-dicas-para-gerenciar-dois-cartoes-sim-no-android.ghtml>.

[47] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações.** TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.

[48] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações.** TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.

[49] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações**. TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.

[50] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações**. TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.

[51] MIR, Mohammad Meraj ud in; KUMAR, Sumit Kumar. **Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G**. (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (3), 2015, 2545-2551. Disponível em: <http://ijcsit.com/docs/Volume%206/vol6issue03/ijcsit20150603123.pdf>.

[52] OLIVEIRA, Rafael Souza de. **Confiabilidade de Conexão entre Dispositivos Aplicados ao 5G**. Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas Departamento de Computação e Sistemas, 2017, pág. 16. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/627/1/MONOGRAFIA_ConfiabilidadeConex%C3%A3oDispositivos.pdf. Acesso em: 06 de outubro de 2019.

[53] FONTANA, Claudison Cesar. **Gerenciamento de Projetos I: Estudo de Caso em Projeto de Swap em Empresa de Telecomunicações**. TELECO, 2018. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgerswap1/pagina_4.asp.

[54] SGANZERLA, André Ricardo; RÜKER, Lauro Henrique de Aquino. **Estudo Comparativo entre as redes 3G e 4G**. Curso de Sistemas e Segurança de Redes. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Disponível em: <http://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/RSS/TCCRSS09A/Andrei%20Ricardo%20Sganzerla%20-%20RSS09A.pdf>.

[55] HUD. **Falando sobre 1G, 2G, 3G e 4G**. Falando sobre It, 2015. Disponível em: <https://falandosobreit.wordpress.com/2015/08/16/5/>.

[56] SILVA, Ítala Liz da Conceição Santana. **Do 1G ao 5G: Evolução das redes de telefonia móvel**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no ano de 2016. Disponível em: http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190327163532_2015.2_-_TCC_Itala_Liz_-

[57] VIDAL, Vitor. **O que é 4G e 4G?** Entenda as diferenças e semelhanças. Showmetech, 2017 com atualização em 2019. Disponível em: <https://www.showmetech.com.br/o-que-e-4g-e-4g-entenda-as-diferencas/>.

[58] SILVA, Ítala Liz da Conceição Santana. **Do 1G ao 5G: Evolução das redes de telefonia móvel**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no ano de 2016. Disponível em: http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190327163532_2015.2_-_TCC_Itala_Liz_-

[59] PAES, Wander de Moares. **Interoperabilidade móvel: A internet das coisas**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 12, n. 1, p. 794-810, jan./jul. 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/Dialnet-InteroperabilidadeMovel-4901335.pdf>

[60] MENDES, Renato Ribeiro. **5G: A quinta geração**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentada na Universidade Tecnológica do Paraná. Programa de pós-graduação em informática em especialização em teleinformática e redes de computadores, no ano de 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3866/1/CT_TELEINFO_2013_1_06.pdf.

[61] SILVA, Ítala Liz da Conceição Santana. **Do 1G ao 5G: Evolução das redes de telefonia móvel**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Faculdade Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no ano de 2016. Disponível em: http://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190327163532_2015.2_-_TCC_Itala_Liz_-

[62] MAZZONI, Victor de Souza. **Análise Histórica e Funcional das Redes 4G LTE**. Trabalho de Conclusão de curso apresentado no Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <http://monografias.nrc.ice.ufjf.br/tcc-web/exibePdf?id=175>.

[63] MAZZONI, Victor de Souza. **Análise Histórica e Funcional das Redes 4G LTE**. Trabalho de Conclusão de curso apresentado no Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <http://monografias.nrc.ice.ufjf.br/tcc-web/exibePdf?id=175>.

[64] MOREIRA, Martha Miranda. **5G – Evolução, MIMO massivo, beamforming e formas de onda**. Trabalho de Conclusão de curso apresentado na Universidade Federal Fluminense - Escola de Engenharia, 2018. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/7056/1/Martha_Moreira_TCC_5G.pdf.

[65] MOREIRA, Martha Miranda. **5G – Evolução, MIMO massivo, beamforming e formas de onda**. Trabalho de Conclusão de curso apresentado na Universidade Federal Fluminense - Escola de Engenharia, 2018. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/7056/1/Martha_Moreira_TCC_5G.pdf.

[66] SANTOS, Gustavo Mendes. **LTE: Soluções de Voz – I**. Seção: Tutoriais Telefonia Celular. TELECO – Inteligência em telecomunicações. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialltevoz1/pagina_3.asp

[67] SANTOS, Gustavo Mendes. **LTE: Soluções de Voz – I**. Seção: Tutoriais Telefonia Celular. TELECO – Inteligência em telecomunicações. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialltevoz1/pagina_3.asp

[68] SANTOS, Gustavo Mendes. **LTE: Soluções de Voz – I**. Seção: Tutoriais Telefonia Celular. TELECO – Inteligência em telecomunicações. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialltevoz1/pagina_3.asp

[69] MOREIRA, Martha Miranda. **5G – Evolução, MIMO massivo, beamforming e formas de onda**. Trabalho de Conclusão de curso apresentado na Universidade Federal Fluminense - Escola de Engenharia, 2018. Disponível em: [https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/7056/1/Martha Moreira TCC 5G.pdf](https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/7056/1/Martha%20Moreira%20TCC%205G.pdf).

[70] COELHO, Marcela. **5G: tudo o que se sabe sobre a próxima tecnologia de conexão móvel**. Estadão, 2019. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/cultura-digital,5g-tudo-o-que-se-sabe-sobre-a-proxima-tecnologia-de-conexao-movel,70003044003>

[71] Desconhecido. **5G**. GTA.UFRJ. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_v1_2015_2/5G/o que e.html](https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_v1_2015_2/5G/o%20que%20e.html).

[72] PESSOA, Claudio Roberto Magalhães; JAMIL, George Leal; GEREMIAS, Thiago; SANTOS, Pedro Henrique da Silva; ROSA, Mario Marcio Figueiredo; SILVA, Thalita Bento da. **A internet das coisas: será a internet do futuro ou está prestes a se tornar a realidade do presente**. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/2961-7677-1-PB.pdf>.

[73] Desconhecido. **5G**. GTA.UFRJ. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_v1_2015_2/5G/o que e.html](https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_v1_2015_2/5G/o%20que%20e.html)

[74] Desconhecido. **5G**. GTA.UFRJ. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_v1_2015_2/5G/o que e.html](https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_v1_2015_2/5G/o%20que%20e.html)

[75] BRINGIT. **O 5G vem aí! Conheça essa nova tecnologia, 2017**. Disponível em: <https://blogbringit.com.br/novidades/5g-vem-ai-as-mudancas-dessa-nova-tecnologia/>

[76] BRAGA, Lucas. **As especificações do 5G: latência de 4 ms e velocidade de até 20 Gb/s**. Tecnoblog, 2016. Disponível em: <https://tecnoblog.net/209530/5g-especificacoes-preliminares-imt-2020/>.

[77] BRAGA, Lucas. **As especificações do 5G: latência de 4 ms e velocidade de até 20 Gb/s**. Tecnoblog, 2016. Disponível em: <https://tecnoblog.net/209530/5g-especificacoes-preliminares-imt-2020/>.

[78] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[79] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[80] MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. 1ª edição. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[81] HEWLETTPACKARD. **A internet das coisas hoje e amanhã**. Disponível em: https://www.arubanetworks.com/assets/pt-br/eo/HPE_Aruba_IoT_Research_Report.pdf

[82] MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. 1ª edição. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[83] MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. 1ª edição. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[84] MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. 1ª edição. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

[85] TALENTI. **Nuvem e IoT impõem nova abordagem aos líderes de gestão de identidade e acesso**. 2017. Disponível em: <https://portal-talenti.curriculum.com.br/mercado/nuvem-e-iot-impoem-nova-abordagem-aos-lideres-de-gestao-de-identidade-e-acesso/>.

[86] PANEGASSI, Moisés; FACHINI, Nathalia Pinheiro Mesquita; OLIVEIRA, Rafael Padovani; FRANÇA, Patricia Gallo de. Internet das coisas: **Uma breve revisão bibliográfica**. Faculdade de Informática e Administração Paulista (FIAP), DOI: 10.21439/conexoes.v11i6.1007. Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza/CE, v.11, n. 6, p. 85-90, dez. 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/1007-5725-1-PB.pdf>.

[87] CANAL COMSTOR. **Tecnologia 5G e IoT: Como essas tendências relacionam?**. Disponível em: <https://blogbrasil.comstor.com/tecnologia-5g-e-iot-como-essas-tendencias-se-relacionam>.

[88] TELECO. **O que é a internet das coisas**. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/iot.asp>.

[89] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[90] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[91] Desconhecido. **O que é Internet das Coisas e quais são seus Benefícios?**. Waits. Disponível em: <<https://www.waits.com.br/blog/tecnologia/o-que-e-internet-das-coisas-e-quais-sao-seus-beneficios/#>>.

[92] Desconhecido. **Internet das Coisas nas empresas: o que é e porque adotar**. Leucotron. Disponível em: <https://blog.leucotron.com.br/internet-das-coisas-nas-empresas-o-que-e-e-porque-adotar/>

[93] Desconhecido. **Vulnerabilidades e Desafios da Segurança da Informação na Internet das Coisas – IoT**. FastHelp. Disponível em: <<https://fasthelp.com.br/blog/300-vulnerabilidades-e-desafios-da-seguran%C3%A7a-da-informa%C3%A7%C3%A3o-na-internet-das-coisas-iot.html>>.

[94] ALECRIM, **Emerson**. **O que é Internet das Coisas (Internet of Things)?**. InfoWester, 2017. Disponível em: <https://www.infowester.com/iot.php>

[95] *JORGE, Camillo Di*. **Internet of Everything | Os riscos e como devemos proteger os dispositivos**. CanalTech, 2018. Disponível em: <https://canaltech.com.br/internet-das-coisas/internet-of-everything-os-riscos-e-como-devemos-proteger-os-dispositivos-118736/>

[96] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[97] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[98] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[99] LOPES, Ryan; AMORIM, Raul. RODRIGUES, Paulo; SOUSA, Walisson; MENEZES, Isabela. **Soluções para acessibilidade usando a perspectiva de internet das coisas (IoT)**. Jornada de iniciação científica e extensão. Instituto Federal de Tocantins. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/9jice/paper/viewFile/9401/4086>>

[100] Desconhecido. **Sensores**. Extensão dos sentido. Puc Rio, 2016. Disponível em: <<http://expansaorx.blogspot.com/2016/04/tipos-de-sensores-na-pes-quisa-sobre-os.html>>.

[101] Desconhecido. **Sensores**. Extensão dos sentido. Puc Rio, 2016. Disponível em: <<http://expansaorx.blogspot.com/2016/04/tipos-de-sensores-na-pes-quisa-sobre-os.html>>.

[102] OLIVEIRA, Eunice. **INESC TEC desenvolve plataforma digital móvel para cegos**. Universidade Porto, 2015. Disponível em: <<https://noticias.up.pt/inesc-tec-desenvolve-plataforma-digital-movel-para-cegos/>>.

[103] Desconhecido. **Cidades inteligentes: a tecnologia como solução de problemas urbanos!**

.VivaDecora. Disponível em:

<<https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/cidades-inteligentes/>>.

[104] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[105] ARTUSSE, François. **The Importance of Smart Cities**. Zify, 2018. Disponível em: <<https://medium.com/zify/the-importance-of-smart-cities-2a4f7f89a6cd>>.

[106] Desconhecido. **Cidades Inteligentes**. Teleco. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/cidadesdigitais.asp>>.

[107] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[108] SONDA. **6 possíveis aplicações da Internet das Coisas em PMEs**. BlogSonda, 2017. Disponível em: <<https://blog.sonda.com/internet-das-coisas-em-pmes/>>.

[109] SONDA. **6 possíveis aplicações da Internet das Coisas em PMEs**. BlogSonda, 2017. Disponível em: <<https://blog.sonda.com/internet-das-coisas-em-pmes/>>.

[110] MATTOS, Danilo Sidney. **Tecnologia e agricultura do simpleviewer**. Gatec, 2018. Disponível em: <https://www.gatec.com.br/index.php/midia-gatec/blog-gatec/27-tecnologia-e-agricultura-atrav%C3%A9s-do-simpleviewer.html>.

[111] ROSA, Larissa de Souza Pereira; BARCELOS, Renan Goés; PRADO, Yago Pereira; REAL, Yan. **Aplicações do 5G em Internet das Coisas (IoT)**. Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: file:///C:/Users/Ferrete/Downloads/TCCAplicacoesdo5GemIoT_R10.pdf.

[112] MORSCH, José Aldair. **IoT na medicina: 9 exemplos de como a internet das coisas avança na saúde**. Morsch, 2019. Disponível em:

<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/iot-na-medicina>

[113] MORSCH, José Aldair. **lot na medicina: 9 exemplos de como a internet das coisas avança na saúde**. Morsch, 2019. Disponível em:

<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/iot-na-medicina>

[114] MORSCH, José Aldair. **lot na medicina: 9 exemplos de como a internet das coisas avança na saúde**. Morsch, 2019. Disponível em:

<https://telemedicinamorsch.com.br/blog/iot-na-medicina>

[115] TRACKAGE, Redator. **3 aplicações de IoT para melhorar o setor de Turismo**. 2017. Disponível em:

<https://trackage.com.br/blog/dicas/aplicacoes-iot-turismo/>

[116] TRACKAGE, Redator. **3 aplicações de IoT para melhorar o setor de Turismo**. 2017. Disponível em:

<https://trackage.com.br/blog/dicas/aplicacoes-iot-turismo/>