

A PROBLEMÁTICA DAS REDES 5G COM RELAÇÃO A SUA BAIXA CAPACIDADE DE RADIAÇÃO E A TENDÊNCIA DE ALTAS FREQUÊNCIAS: ESTUDO DE CASO EM CENTROS URBANOS DO BRASIL.

Rodrigo Carreira¹

Mateus Rotatori²

Otaviano Cardoso Costa³

José Carlos Miranda Grizendi⁴

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo geral compreender como as frequências e antenas da rede 5G serão utilizadas em centros urbanos, para que todos tenham um acesso de qualidade. Este tema foi escolhido por ser um assunto muito relevante, pois o futuro da comunicação sem fio será baseado em altas velocidades e capacidade de transmissão de dados, o qual se faz necessária a utilização de altas frequências para a rede operar em sua máxima eficiência e suportar a grande demanda de banda. Entretanto uma problemática a ser discutida é que as altas frequências possuem baixa capacidade de irradiação. Este trabalho foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas, e as pesquisas foram focadas em artigos acadêmicos, livros e sites, sendo feito uma revisão da literatura entre vários autores publicados nos últimos anos referentes ao assunto aqui proposto, assim o teor do objetivo geral foi uma contribuição ao problema de pesquisa. Acredita-se que os objetivos do trabalho foram atingidos, porque foi possível compreender a capacidade de penetração da rede 5G. No que se trata de ampliação de rede e instalação de antenas em lugares ainda não autorizados, sob controle das prefeituras, é necessário que sejam desenvolvidos pelas operadoras projetos com impactos ambientais e submetidos aos órgãos competentes. Muitos são os problemas enfrentados na implementação do 5G, por conta das limitações técnicas, físicas e até mesmo econômicas.

Palavras-chave: 1G. 2G. 3G. 4G. 5G. MIMO. LTE.

¹ Rede de Ensino Doctum – Unidade Juiz de Fora - aluno.mateus.rotatori@doctum.edu.br – graduando em Engenharia Elétrica

² Rede de Ensino Doctum – Unidade Juiz de Fora - aluno.rodrigo.carreira@doctum.edu.br – graduando em Engenharia Elétrica

³ Rede de Ensino Doctum – Unidade Juiz de Fora - aluno.otaviano.costa@doctum.edu.br – graduando em Engenharia Elétrica

⁴ Rede de Ensino Doctum – Unidade Juiz de Fora - prof.jose.grizendi@doctum.edu.br

ABSTRACT

This research aimed to understand how the frequencies and antennas of the 5G network will be used in urban centers, so that everyone has quality access. This theme was chosen because it is a very relevant subject, as the future of wireless communication will be based on high speeds and data transmission capacity, which requires the use of high frequencies for the network to operate at its maximum efficiency and support the high demand for bandwidth. However, a problem to be discussed is that the high frequencies have low irradiation capacity. This work was carried out through bibliographic research, and the research was focused on academic articles, books and websites, with a review of the literature among several authors published in recent years referring to the subject proposed here, so the content of the general objective was a contribution to the research problem. It is believed that the objectives of the work were achieved, because it was possible to understand the penetration capacity of the 5G network. When it comes to expanding the network and installing antennas in places not yet authorized, under the control of city halls, it is necessary that projects with environmental impacts are developed by the operators and submitted to Organs competent bodies. There are many problems faced in the implementation of 5G, due to technical, physical and even economic limitations.

Keywords: 1G. 2G. 3G. 4G. 5G. MIMO. LTE.

1. INTRODUÇÃO

A quinta geração da telefonia móvel, mais conhecida como 5G, está chegando e será uma nova rede sem fio que está sendo implementada no mundo todo. Essa nova rede promete ser mais rápida na transferência de dados e inteligente quanto a conectividade, e deve causar uma revolução para a indústria e diversos setores que estão surgindo e sendo moldados com base nesta nova tecnologia, como por exemplo a internet das coisas *Internet of Things* (AGIWAL, 2016).

A forma como a comunicação é feita está mudando, visto que a cada dia, mais objetos se conectam ao mesmo tempo. Computadores, smartphones, tablets, eletrodomésticos, carros autônomos, etc., que estão sendo introduzidos no mercado e possuem maior capacidade de processamento e interação com seus usuários, e tudo isso exige uma demanda maior no volume de dados, sendo necessário o avanço e modernização das redes de comunicação.

Este tema foi escolhido por ser um assunto muito relevante, pois o futuro da comunicação sem fio será baseado em altas velocidades e capacidade de transmissão de dados, o qual se faz necessária a utilização de altas frequências para a rede operar

em sua máxima eficiência e suportar a grande demanda de banda. Entretanto uma problemática a ser discutida é que as altas frequências possuem baixa capacidade de irradiação.

Assim, tem-se a problemática: como ficará a capacidade do 5G quanto a sua difusão em centros urbanos densos, sendo esta, uma rede moldada nas altas frequências? E quais as frequências e equipamentos que serão utilizados no Brasil, será necessário a instalação de maiores quantidades de antenas?

Este trabalho teve por objetivo geral compreender como as frequências e antenas da rede 5G serão utilizadas em centros urbanos, para que todos tenham um acesso de qualidade e, por objetivos específicos, conceituar o 5G e suas frequências; teorizar como as antenas irradiam o 5G em grandes centros urbanos; revisar como a futura rede 5G irá trabalhar, na relação de eficiência energética, homologação das faixas de frequências, equipamentos e a compatibilidade com redes antecessoras; discutir sobre os possíveis usos e aplicações do 5G nas tecnologias atuais e que estão por vir como carros autônomo e a internet das coisas *Internet of Things*.

2 DESENVOLVIMENTO

O 5G ou quinta geração de telefonia móvel se trata de um conceito novo que vem sendo estudado e estima-se que em breve esteja implantada no mundo todo. Trata-se de uma nova forma de conexão que acompanha a demanda da sociedade que vai precisar no futuro de mais banda nas conexões móveis, beneficiando ainda a IoT. O 5G conta com muitos benefícios como a banda larga, a disponibilidade, a compatibilidade, seu custo e segurança.

Foukas et al., (2017) citam que o 5G pode ser considerado como um dispositivo amplo e diversificado, importantes para o desempenho de seus serviços. Esta inovadora geração de telefonia móvel passará por muitos desafios para análise e resolução de problemas, como a eficiência energética, como faixas de transmissão e sua padronização, integração interior de redes e custos (AGIWAL, 2016).

O 5G, nos próximos anos surgirá como uma tecnologia em desenvolvimento, apesar que, no ano de 2018, a classificada primeira especificação da quinta geração

destas redes móveis deveria ser concluída, para que em, 2020, os padrões 5G fossem implementadas. Esta nova rede pode proporcionar uma nova maneira de vida para quem e o que as cercam, porque o objetivo é que tudo que possa ser conectado possa também ser convertido a um cliente, a um produto ou a um serviço (5G AMÉRICAS, 2017).

As empresas de telecomunicações são responsáveis pelo fornecimento de 5G, porque a disponibilidade dos serviços fica na dependência dos investimentos financeiros no setor. Este é um fator complicado no Brasil, porque existe a necessidade de análise entre regulamentações e seus itens, estudos, investimentos, entre outros fatores (5G AMÉRICAS, 2017).

Os órgãos regulamentadores do 5G se tratam do Projeto de Parceria da 3ª Geração ou 3GPP, com atuação de diversos órgãos para regulamentação de um novo padrão de produto ou de serviço. A Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) é a responsável pela regulamentação de telefonia móvel no Brasil (5G AMÉRICAS, 2017).

Para que o sucesso da implantação do 5G são necessários estudos de viabilidade e regulamentação da Agência Nacional de Telecomunicações no país. São considerados, neste sentido, as seguintes frequências: 3,5 GHz; 28 GHz, 37 GHz e 39 GHz; 64–71 GHz; 70/80 GHz e para que ocorra um planejamento por parte dos fabricantes e empresas de telecomunicações além da regulamentação da Anatel (TELECO, 2018, online).

Conforme Agiwal et al., (2016), em 2014 o tráfego móvel global cresceu cerca de 70%, com relação a estatísticas mundiais da rede sem fio, sendo que apenas 26% dos celulares móveis globais se responsabilizam por 88% do tráfego total de dados móveis.

Para Niu et al., (2015) o principal meio de comunicação para a rede 5G serão as ondas milimétricas, ágeis no fornecimento de uma alta capacidade de dados. Mas a capacidade do sinal pode não ser suficiente em situações onde possui obstáculos, como uma forte chuva ou em um dispositivo que esteja em alta velocidade.

De acordo com Lima (2018), tais ondas milimétricas, ou microondas compostas por elevada faixa de frequência, tem como característica principal transferir dados a partir de frequência utilizadas para cada modelo em sua estrutura física, como por exemplo, a utilização de uma frequência mais baixa quando não apresentar obstáculos

ou quando não necessário a utilização de grandes quantidades de banda larga de uma grande quantidade de banda.

Assim, Lima (2018, p.27) complementa que:

A comunicação em ondas milimétricas precisa de atenção especial na modelagem da perda de percurso, porque com o crescimento na frequência podem aumentar as adversidades em mecanismos de propagação, como por exemplo, a possibilidade de variações do expoente de perda de espaço, atenuações significativas por gases atmosféricos e chuvas em enlaces de longo alcance, a baixa reflexão especular e o alto sombreamento por conta da baixa difração e penetração, no caso de uma visada obstruída.

Com relação a tecnologia do 5G, pode ser considerado como uma revolução, ao que diz respeito a sua tecnologia e infraestrutura, importantes para a comunicação e direcionamento de foco para todas as coisas, comparadas a anteriores gerações e que impacta em milhares de dispositivos conectados. A comunicação sem fio da 5G em sua próxima geração diz respeito ao fornecimento de dados altos de ordem Gbps, latência muito baixa e aumento de coletor na base e estação responsável pela capacidade e melhora na identificação da qualidade para usuários do serviço (QoS) aos comparados com 4G LTE, ou seja, redes atuais (AGIWAL, et al., 2016).

Para Agiwal et al., (2016) as ondas milimétricas mmWave é considerada uma tecnologia adequada para suprir as necessidades destas ondas como forma de transmissão de dados em larga escala para diversos dispositivos.

Para que o fornecimento de serviços de comunicação em largura de banda e onda milimétrica (mmWave) de 30GHz a 300 GHz e serviços de comunicação multi-gigabit como aparelhos de televisão (HDTV) e (UHDV), definição ultra alta de vídeo precisam ser analisadas e aplicadas para a essência da próxima rede móvel 5G (NIU et al., 2015).

Conforme os autores Agiwal et al., (2016, p.10), eles estão identificados como:

Taxas de dados de 1 ~ 10 Gbps em redes reais: isso é quase 10 vezes mais que os teóricos tradicionais do 4G LTE com taxa de dados de pico de 150 Mbps; Latência de ida e volta de 1 ms: quase 10 vezes a redução de tempo de ida e volta de 4G de 10 ms; Largura de banda elevada na área da unidade: é necessário habilitar grande número de dispositivos conectados com maior largura de banda para durações mais longas em uma área específica; Enorme

número de dispositivos conectados: para realizar a visão da Internet das Coisas, as redes 5G emergentes precisam fornecer conectividade a milhares de dispositivos; Percepção de disponibilidade de 99,999%: 5G prevê que a rede deve estar praticamente sempre disponível; Quase 100% de cobertura para conectividade "a qualquer momento em qualquer lugar"; Redução do consumo de energia em quase 90%. Duração da bateria elevada: redução no consumo de energia por dispositivos é fundamentalmente importante nas redes 5G emergentes.

A tecnologia 5G se tornou essencial porque a quantidade de dispositivos cresce, bem como a demanda por serviços digitais aumenta de maneira proporcional a cada novo aparelho conectado. A previsão era que essa tecnologia começasse a ser implantada em 2019. Apesar de muitos países já estarem fazendo testes e laboratórios para implantação, é necessária uma padronização por órgãos competentes como a 3GPP e Anatel, pois, a partir do momento que são apresentados e implantados a cobertura aumenta (5G AMÉRICAS, 2017).

O tráfego de dados móveis cresce de forma exponencial, principalmente o streaming de vídeo. Ainda, logo cada usuário poderá ter um número crescente de conexões, por conta dos vários dispositivos que pertencem e conectados à Internet das Coisas. Tal fato vai exigir que as redes lidem com alto volume de dispositivos conectados e uma grande demanda por maiores velocidades de conexão (ETSI, 2019).

A tecnologia de comunicação móvel 5G pode permitir que novos serviços sejam operacionalizados devido à latência ultrabaixa e à alta confiabilidade proporcionada por esta tecnologia. Além dos novos serviços, é também, uma possibilidade de receita para as operadoras (ETSI, 2019).

O 5G se trata da a próxima geração de tecnologia sem fio que estava programada para chegar em 2020 e deve auxiliar as redes sem fio no fornecimento de mais largura de banda, maiores velocidades de dados e menor latência para muitos outros dispositivos eletrônicos (IEEE SPECTRUM, 2020).

Trata-se ainda de um dos tópicos mais sensacionalistas da tecnologia, devendo ser considerado somente conforme as organizações e empresas de telecomunicações desenvolvem padrões, testam novas tecnologias e se preparam para distribuir 5G aos clientes (IEEE SPECTRUM, 2020).

Há possibilidade da tecnologia 5G ser implementada da Internet das Coisas Massivo, permitindo até mesmo a implantação de cidades inteligentes. Assim, afirma-se

que essa nova infraestrutura pode impulsionar novos modelos de negócios que podem ter impactos mundiais (GSMA, 2018).

Apesar de testes realizados por algumas operadoras de telecomunicações em alguns países, o 5G ainda não possui a sua padronização definida. A instituição que está desenvolvendo esse padrão é a ITU (*International Telecommunication Union*), que é uma agência ligada à ONU (Organização das Nações Unidas) e 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*), fundamentais para as especificações do 5G (LIMA, 2018). A Figura 1 apresenta o cronograma da padronização do 5G.

O cronograma da padronização do 5G demonstra o histórico de estudos com início no ano de 2015 e em seguida, no ano de 2016, o aparecimento de primeiros requisitos técnicos de release 14. No ano seguinte, após estudos e padronizações, a indústria do 5G decidiu acelerar os planos acelerando o cronograma de padronização 5G em duas fases e 15 releases, concluída em dezembro do mesmo ano. Em 2018 o chamado 3GPP anuncia a conclusão da fase 2 do 5G (New Radio) e versão autônoma, denominada de (SA).

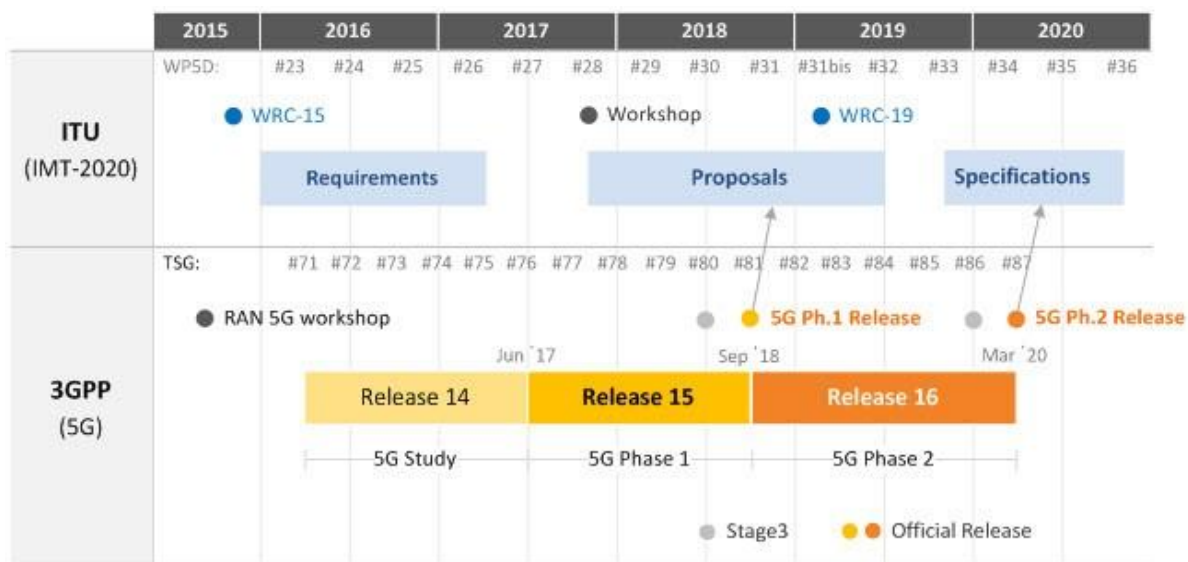


Figura 1 - Cronograma da padronização do 5G

Fonte: QUALCOMM TECHNOLOGIES (2018)

A ITU representa a liderança do gerenciamento do espectro de rádio e no desenvolvimento de padrões globalmente aplicáveis para o IMT-2020, nome usado na

ITU para os padrões 5G. A ITU costuma trabalhar para fornecimento de regulamentos internacionais para a operacionalização do IMT-2020 (LIMA, 2018).

O IMT-2020 continuou a ser desenvolvido em 2020, com ensaios 5G e atividades pré-comerciais em andamento para ajudar a avaliar as tecnologias candidatas e as faixas de frequência que devem ser utilizadas para tal fim. As primeiras implantações comerciais em larga escala para 5G são esperadas para depois finalizar as especificações IMT-2020 (ITU, 2019).

A padronização global das frequências utilizadas em todos os países membros permitiria que aparelhos fabricados em um país, pudessem ser utilizados em qualquer outro país, porque todos vão usar as mesmas faixas de frequências (LIMA, 2018).

Segundo Wei et al., (2014) existem elementos chave no *mmWave* no 5G para que seja possível a ativação de sua comunicação e transmissão como as características do canal e a tecnologia do *beamforming*, que definem a perda do caminho, bloqueio e efeito de ondas de sinais *mmWave*, devido ao curto comprimento de ondas e frequências estarem coincidindo com as frequências de TVs, sendo objeto de preocupação na aplicação de rede 5G; as chamadas redes heterogêneas, pois a perda de propagação e tamanho da antena *array* podem ser comparadas as bandas de celular típicas e suas frequências.

A forma de solucionar o problema de transmissão do 5G, influenciada por frequências como das TVs, de acordo com Wei et al., (2014) é através de uma coleção de comunicações sem linha de visada (NLOS), conforme mostra a figura 2.

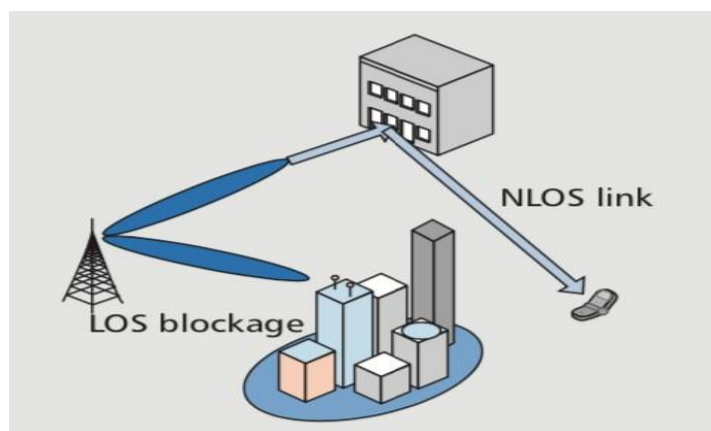


Figura 2 – Possível abordagem para resolver efeito de bloqueio com *mmWave*

Fonte: Wei et al., (2014)

4. METODOLOGIA

Este trabalho pode ser definido como sendo de caráter bibliográfico, no qual foi realizada uma pesquisa bibliográfica na área de rede 5G e sua capacidade de penetração.

Gil (2008) afirma que a pesquisa bibliográfica e exploratória é toda a pesquisa desenvolvida com material já elaborado, como por exemplo, livros e artigos científicos. Assim, o método utilizado neste trabalho se define como qualitativa bibliográfica. O autor considera que a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

As pesquisas foram focadas em artigos acadêmicos, livros e sites, sendo feito uma revisão da literatura, entre vários autores, publicados nos últimos cinco anos, referentes ao assunto aqui proposto. Os descritores utilizados para a pesquisa foram: 1G, 2G, 3G, 4G, 5G, MIMO e LTE, assim como a junção deles. Foram selecionados os trabalhos que falavam especificamente sobre os conceitos e dificuldades na instalação do 5G em centros urbanos.

Vale ressaltar que, a pesquisa bibliográfica “[...] deve ter horizontes disciplinados e pensados para afastar a leitura descompromissada e propiciar formulação de problemas compatíveis com os anseios da pesquisa científica” (ROCHA; BERNARDO, 2011, p. 93).

Dessa forma, a leitura dos artigos e materiais encontrados foi realizada de maneira minuciosa de forma a encontrar conteúdos relevantes e que trouxessem resultados satisfatórios, atingindo assim o objetivo do trabalho.

A tecnologia da rede 5G já está sendo implantada há pouco mais de três anos ao redor do mundo. No Brasil, estudos revelam que a mesma estará disponível somente daqui a dois meses. No entanto, apenas 10 capitais e o DF estão preparados para essa tecnologia (G1, 2022).

Há uma possível tendência de que o 5G se torne uma General Purpose Technology (GPT). Através dessa tecnologia, as comunicações móveis deixaram de ocorrer somente entre seres humanos e passarão a acontecer também em

comunicações entre coisas, objetos e máquinas. Estes possuem uma grande capacidade de processar informações através de uma conexão com a internet (OLIVEIRA, 2021).

Ao longo das pesquisas, observou-se que existem poucos materiais brasileiros acerca do tema. O mesmo foi mais facilmente encontrado em artigos estrangeiros. A grande necessidade de estar conectado faz com que o mundo esteja em constante evolução e busca por sistemas cada vez mais rápidos e eficientes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico será abordado os resultados obtidos até o momento com a implementação do 5G e suas discussões a cerca do tema abordado.

Sabe-se que a mais nova tecnologia de rede chegou para revolucionar e todas as cidades brasileiras terão prazos exigidos através de calendários definidos para utilização da tecnologia 5G.

As capitais serão as primeiras a receberem o 5G, o cronograma de sequencia será implementado de acordo com a quantidade de habitantes em cada município, ou seja, da maior quantidade populacional até a menor (BRASIL 61, 2022).

A primeira capital a receber a tecnologia foi Brasília, que no dia 06 de Julho de 2022 inaugurou rede 5G no Brasil, o prazo definido segundo a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) é que todas as capitais tenham o 5G liberado para utilização até o dia 28 de outubro de 2022 (BRASIL 61, 2022).

O prazo inicial pré-estabelecido precisou ser alterado de 31 de Julho para 28 de Outubro devido á faixa de 3,5 Ghz está passando por modificações, devido a interferências no tráfego de TV's parabólicas (BRASIL 61, 2022).

Outras capitais como, Belo Horizonte (MG), Joao Pessoa (PB) e Porto Alegre (RS), estão no mesmo caminho e já garantiram a implementação da nova tecnologia (BRASIL 61, 2022).

O processo de ativação do sinal 5G puro consiste exclusivamente da liberação da ANATEL, após a autorização, as operadoras CLARO, TIM e VIVO (vencedoras dos lotes nacionais) podem oferecer os serviços para seus clientes (G1, 2022).

As três operadoras nacionais citadas acima criaram uma entidade para desenvolver a tecnologia, cujo nome é SIGA ANTENADO, esse programa permite que as operadoras sigam os requisitos exigidos pela ANATEL para instalação da rede 5G, esses requisitos são citadas abaixo (G1, 2022).

Deve-se:

- Realizar instalações de antenas cumprindo os requisitos de quantidade mínimas estabelecidas através do edital (G1, 2022).
- Realizar a instalação de filtros visando não ter interferências nos satélites de televisões (G1, 2022).
- Iniciar a distribuição de kits para recepção dos novos sinais de antenas parabólicas, para atender a população de baixa renda inscrita no programa do Governo Federal (G1, 2022).

Após todas essas etapas serem cumpridas, e os testes serem realizados e forem verificados que não ocorreram interferências nas antenas parabólicas, a ANATEL libera a utilização da rede 5G (G1, 2022).

Ferrari (2022) afirma que o 5G vai ser a mudança revolucionária nos serviços móveis de telefonia, o celular será apenas uma aplicação da mesma, com isso estamos falando que teremos cidades inteligentes e conectadas através semáforos inteligentes, estacionamentos inteligentes, modernizações em residências como, por exemplo, automatização de cortinas, ar condicionado, controle de luminosidade e outras modernidades que estarão disponíveis para atender toda a população, além se serviços públicos e indústrias poderão usar deste recurso para modernização de processos.



Figura 3 – Conectividade de redes 5G.

Fonte: Daniela Santos et al., (2022)

Ferrari (2022) também afirma que em Belo Horizonte (MG), a primeira etapa significa que podemos ligar o 5G sem que haja interferências com as antenas parabólicas, sendo que este vem sendo o maior problema enfrentado até agora, onde o recurso inicial é ter uma antena para cada 100 mil habitantes, e a projeção é que até 2025 esse número vai diminuindo, onde será necessário oferecer uma a cada 10 mil habitantes, segundo os estudos.

Os usuários da tecnologia vão precisar se atentar quanto à velocidade que o 5G vai proporcionar, sendo 100 vezes mais rápida que a anterior, pacotes de dados precisarão ser revistos, se o 4G um filme demorava 25 minutos para ser baixado, o 5G vai proporcionar uma alta velocidade de dados, fazendo com que esse filme seja baixado em 25 segundos, gerando um ponto de atenção aos usuários, pois seus pacotes de dados contratados se esgotarão mais rapidamente, logo o consumidor precisa ficar ligado nesse consumo e revisar com a operadora o pacote ofertado (STUTZ, 2022).

Com a chegada do 5G nas capitais, recursos começam a aparecer entre os centros urbanos para garantir o melhor conforto dos usuários, aplicativos para celular mostra regiões onde está disponível a utilização da internet móvel (TECHTUDO, 2022).

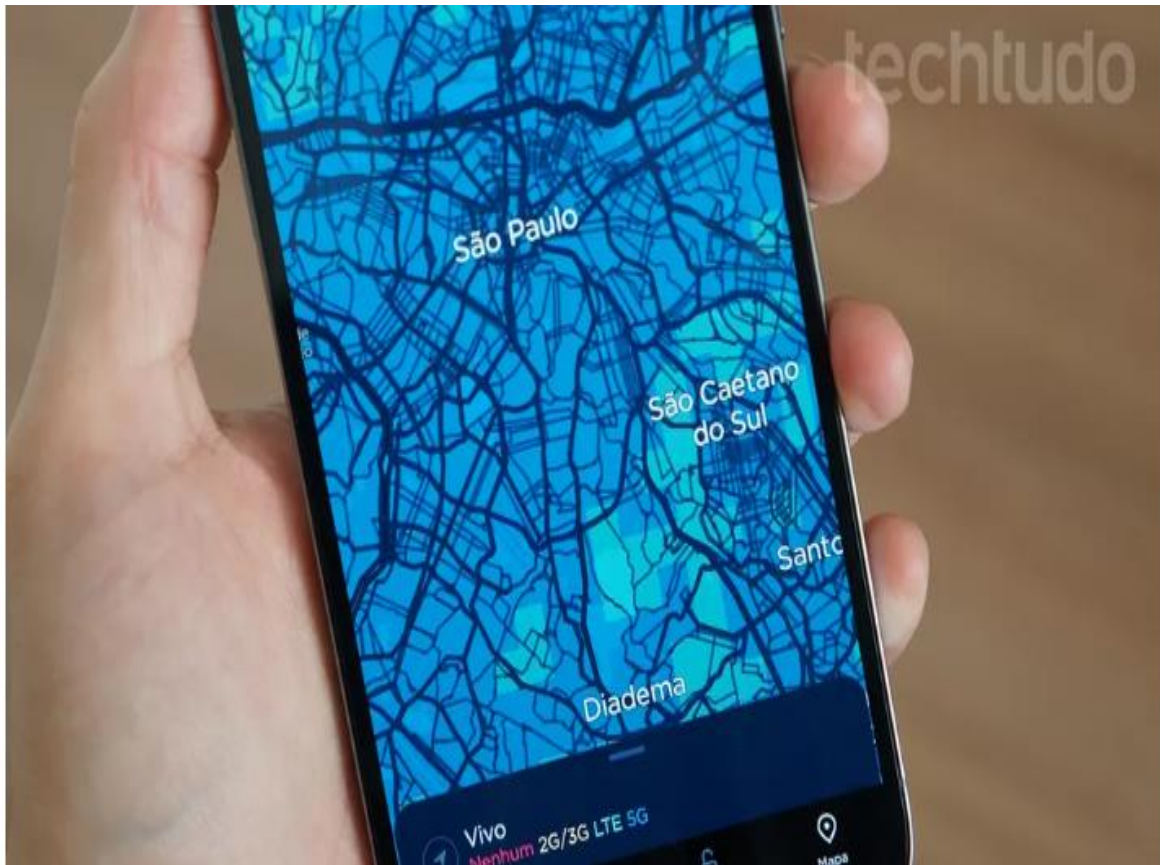


Figura 4 – Aplicativo de mapa do 5G.

Fonte: Thássius Velosso et al., (2022)

O aplicativo para auxiliar na verificação da cobertura de internet móvel disponível para cada região é conhecido como Ookla Speedtest, nele é possível verificar a região de cobertura do 2G ao 5G (TECHTUDO, 2022).

O passo a passo para utilização do aplicativo é detalhado abaixo:

- A primeira etapa para verificação da disponibilidade de rede para a região é baixar o aplicativo citado acima (TECHTUDO, 2022).
- Com o aplicativo aberto, o próximo passo é ir no canto inferior direito em “Mapa”, com isso o aplicativo vai usar as informações do celular para verificação da área de cobertura de telefonia da operadora (TECHTUDO, 2022).

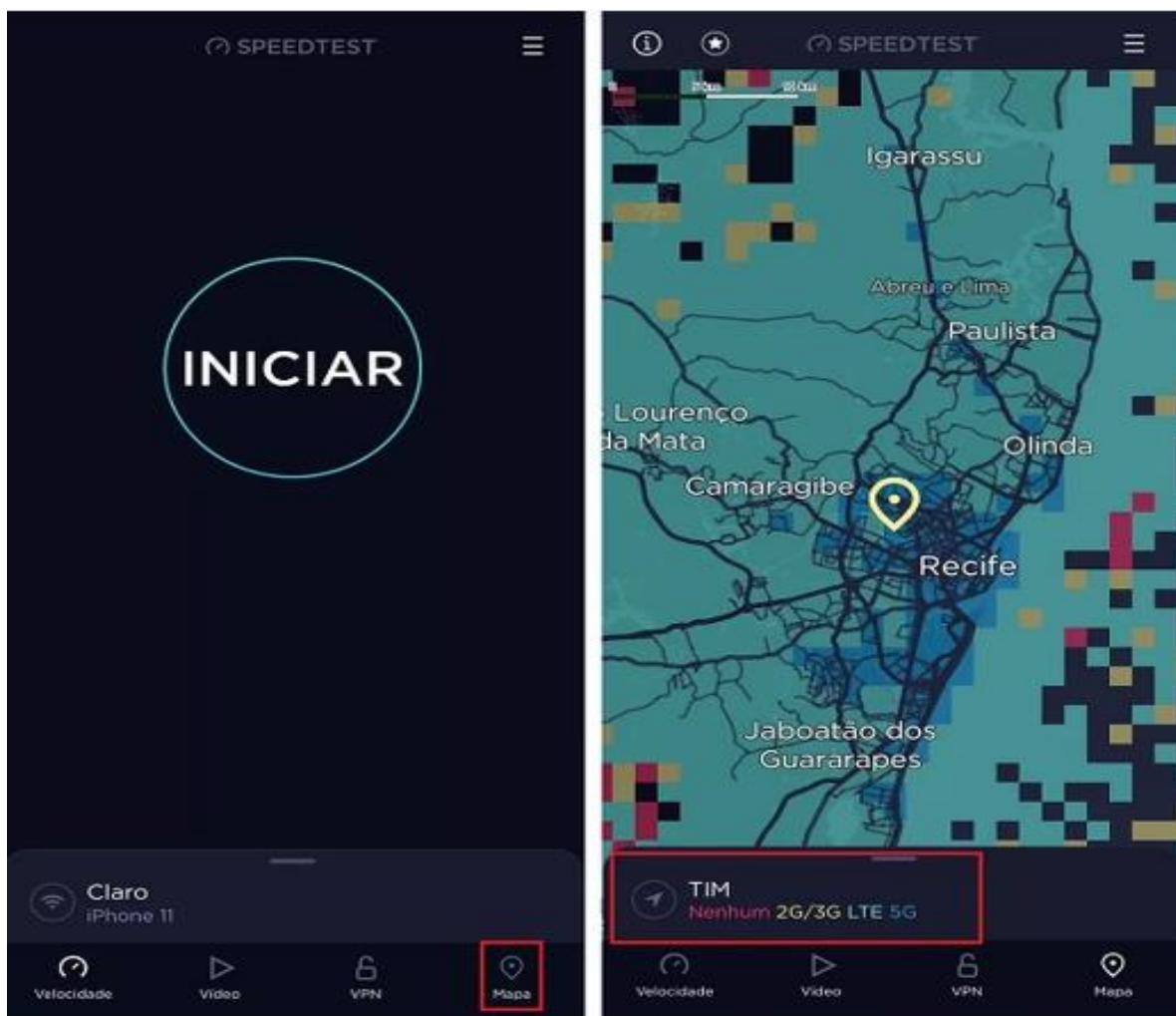


Figura 5 – Região de cobertura do 5G.

Fonte: Katarina Bandeira et al., (2022)

- Será exibida uma listagem com as informações das operadoras de telefonia disponíveis, com isso, basta clicar na operadora desejada e escolher se quer que o mapa mostre a melhor conexão do local ou a mais utilizada na região (TECHTUDO, 2022).

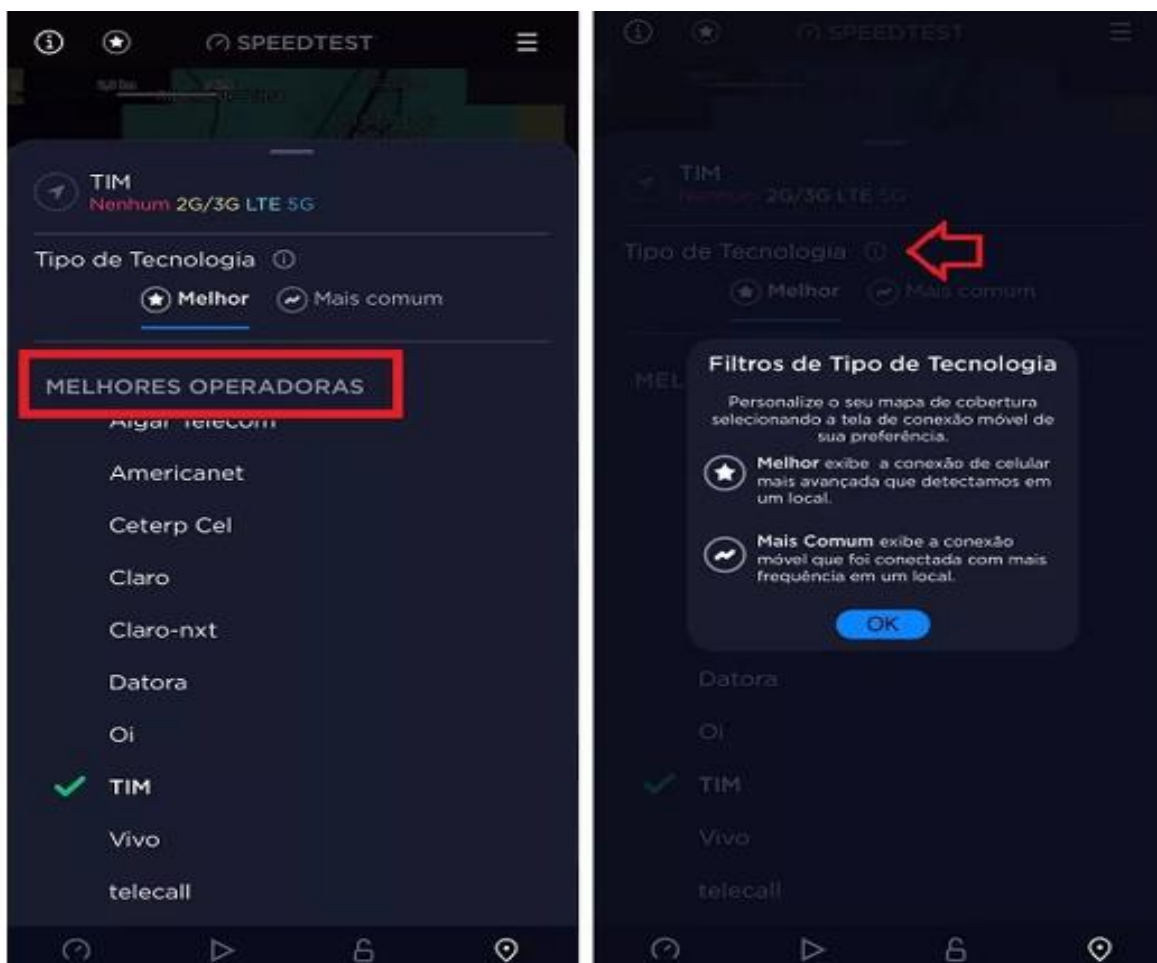


Figura 6 – Operadora escolhida.

Fonte: Katarina Bandeira et al., (2022)

- Conforme mostrado na figura 7, após a definição de qual operadora vamos utilizar, o mapa mostra as regiões coloridas onde estão representadas as estações de redes móveis (antenas). Observa-se que os quadrados amarelos indicam regiões com coberturas 2G e 3G, a cor verde mostra a conexão 4G e a azul é a escolhida para representar a rede 5G (em menor quantidade no mapa). Notamos através do mapa que regiões com quadrados vermelhos, são áreas sem cobertura, em grande maioria no mapa indicado (TECHTUDO, 2022).

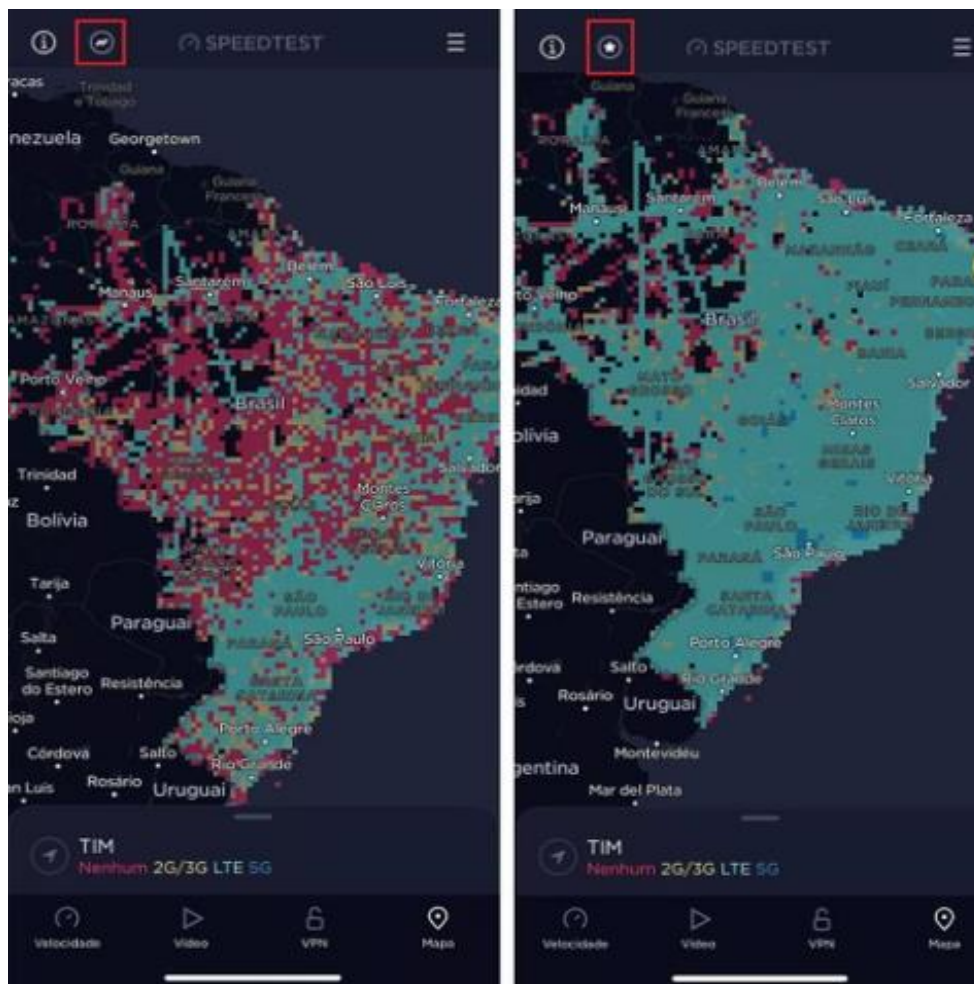


Figura 7 – Cobertura das redes 2G até 5G.

Fonte: Katarina Bandeira et al., (2022)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que os objetivos do trabalho foram atingidos, porque foi possível compreender a capacidade de penetração da rede 5G. No que se trata de ampliação de rede e instalação de antenas em lugares ainda não autorizados, sob controle das prefeituras, é necessário que sejam desenvolvidos pelas operadoras projetos com impactos ambientais e submetidos aos órgãos competentes, enfatizamos também o maior problema enfrentado para instalações das redes 5G, que são as interferências com as frequências de antenas parabólicas e quais são as medidas adotadas para

resolver este problema, porém muitos são os problemas enfrentados na implementação do 5G, por conta das limitações técnicas, físicas e até mesmo econômicas. Abordamos também informações atuais referentes à instalação da rede 5G no Brasil, como as capitais estão se preparando para receber a tecnologia, e como ter acesso à rede já disponibilizada em algumas capitais. Com isso concluímos que o avanço permite modernizações no setor industrial, e demonstram a importância de sua aplicabilidade na sociedade para modernização de diversas atividades essenciais.

7. REFERÊNCIAS

5G AMERICAS. LTE. Progress Leading to the 5G Massive Internet of Things. Bellevue: 5g Americas, 2017.

AGIWAL, M; ROY, A. SAXENA, N. Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, no. 3, pp. 1617-1655, thirdquarter 2016, doi: 10.1109/COMST.2016.2532458.

ALBERTIN W, et al. (2017). Combine defect of the Saccharomyces cerevisiae phase and the non-Saccharomyces consortium to enhance wine fruitiness and complexity. ApplMicrobiolBiotechnol 101(20):7603-7620

BANDYOPADHYAY, D. SEN, J. Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization. Springer Science and Business Media, p. 1-21, 2011.

CISCO. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6295563> Acesso em: 05 de abril de 2022.

EVANS D. A Internet das Coisas - Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. 2011. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/download/496/300/>> Acesso em: 05 de março de 2022.

ETSI. Why do we need 5G. 2019. Disponível em: <<https://www.etsi.org/technologies/5g?jij=1567981299904.>>. Acesso em: 08 de março de 2022.

FOUKAS, X., PPATOUNAS, G., ELMOKASHFI, A., MARINA, M. K. (2017). Network Slicing in 5G: Survey and Challenges. IEEE Communications Magazine, 55(5):94–100.

FREITAS, R. DIAS, R. Internet das coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios. São Paulo: Netpress Books, 2016 Intel (2014 Junho 12). Green Cities: San Jose implements Intel IoT solutions. Ficheiro de vídeo. Disponível em: <<http://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/videos/Smart-city-san-jose-video.html>> Acesso em: 05 de março de 2022.

G1. Apenas 10 capitais e o DF estão preparados para tecnologia 5G. Jornal Nacional. 2022. Disponível em: < <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/04/28/apenas-10-capitais-e-o-df-estao-preparados-para-tecnologia-5g.ghtml>>.

GSMA. Mobile IoT and 5G: Complementary Technologies Central to the IoT. 2018. Disponível em: < <https://www.gsma.com/iot/news/mobile-iot-and-5g-complementarytechnologies-central-to-the-iot/> >. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

IEEE SPECTRUM. THE RACE TO 5G. 2020. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/static/the-race-to-5g>>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2022.

ITU. 5G: Fifth generation of mobile technologies. 2019. Disponível em: <<https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobiletechnologies.aspx>>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2022.

LIMA, L. Conexão 5G ainda precisa ser padronizada por agência da ONU. 2018. Disponível em: <<https://link.estadao.com.br/noticias/geral,conexao-5g-ainda-precisa-serpadronizada-por-agencia-da-onu,70002556239>>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2022.

NIU, Y. A survey of millimeter wave communications (mmWave) for 5G: opportunities and challenges. Wireless Networks, vol. 21, no. 8, pp. 2657– 2676, nov. 2015.

TELECO. 5G: Tecnologias de celular. 2018. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/5g_tecnologia.asp>. Acesso em: 16 de março de 2022.

MENDES, J. R. R. 5G: A quinta geração. Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto, Portugal, 2013.

MOREIRAS, A. IPv6, um desafio técnico para a internet. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pBR&lr=lang_pt&as_sdt=0%2C5&q=sandro+santos+internet+das+coisas&btnG> Acesso em: 16 de março de 2022.

RODRIGUES, D. B. F. Danusa dos S.; AZEVEDO, J. P. de A. Telefonia móvel: Evolução e dependência. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro, 2015.

LIMA, L. C. T. D. P. P.; DANTAS, S. Quinta geração das redes móveis. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, dezembro 2014.

MAGRANI, E. M. Internet das coisas: um projeto em parceria. Rio de Janeiro: FGV, 2017.

MIRANDA, A.D.A. Introdução às redes de computadores. Disponível em: <<http://ftp.feb.unesp.br/autodesk/pos/Disciplina-1-redes.pdf>> Acesso em 17 de fevereiro de 2022.

MONERI, R. IoT: criando uma nova geração de equipamentos para salvar vidas 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-01042019-08361.php>> Acesso em: 03 de março de 2022.

OLIVEIRA, Ozias Santos da Conceição. "Redes de comunicações móveis 5g: contextualização a partir de uma revisão da literatura." 2021.

QUALCOMM TECHNOLOGIES. Making 5G NR a reality: Leading the technology inventions for a unified, more capable 5G air interface. San Diego: Qualcomm, 2016.

SAXBY, S. The 2014 CLSR-LSPI Lisbon seminar on 'the digital citizen'—Presented at the 9th International Conference on Legal, Security and Privacy Issues in IT Law (LSPI), 15–17 October 2014, Vieira De Almeida & Associados, Lisbon, Portugal. Computer Law & Security Review, v. 31, n. 2, p. 163-180, 2015.

SATHISHKUMAR, J. Enhanced Location Privacy Algorithm for Wireless Sensor Network in Internet of Things. p. 208 – 212, 2016.

SILVA, R. P.; JUNIOR, E. C. Origem e utilização da tecnologia 3G. Faculdade Integradas Antônio Eufrásio de Toledo, dezembro 2007.

SKARPNES, M. Preparing the Data Center for the Internet of Things. Intel Software and Services Group. 13 nov.2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319881659_Internet_das_Coisas_Internet_of_Things> Acesso em: 15 de março de 2022.

TIMOCHENCO L. Os avanços e desafios da internet das coisas. Infranewstelecon. 2019. Disponível em :<<https://infranewstelecom.com.br/avancos-e-desafios-da-internet-das-coisas/>> Acesso em: 01 de março de 2022.

VASSEUR, J.P, DUNKELS, A. Interconnecting Smart Objects with IP. Disponível em: <[www.interconnectingsmartobjectswithip](http://www.interconnectingsmartobjectswithip.com)> Acesso em: 17 de março de 2022.

WEI, L. ELKASHLAN, M. DING, Z. Key elements to enable millimeter wave communications for 5g wireless systems. Logan: IEEE Wireless Communications, 2014. Disponível em:<<https://doi.org/10.48550/arXiv.1609.01856>> Acesso em: 10 de maio de 2022.

ZAMBARDA, P. 'Internet das Coisas': entenda o conceito e o que muda com a tecnologia. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/eol/article/download/2961/1732>> Acesso em: 07 de março de 2022.

ZHOU, Li; CHONG, A. NGAI E. Supply chain management in the era of the internet of things. International Journal of Production Economics ,2015. Disponível em:<<https://singep.org.br/7singep/resultado/208.pdf>> Acesso em 07 de março de 2022.

Alô? BH recebe hoje sinal 5G. Estadão de Minas, 2022. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2022/07/29/internas_economia,1383294/al-o-bh-recebe-hoje-sinal-5g.shtml> Acesso em: 22 de Agosto de 2022.

Todas as capitais brasileiras devem receber 5G até 29 de setembro. Brasil 61, 2022. Disponível em: <[https://brasil61.com/n/todas-as-capitais-brasileiras-devem-receber-5g-ate-29-de-setembro-pind223448#:~:text=Depois%20de%20Bras%C3%ADlia%2C%20Belo%20Horizonte,%C3%BAltima%20sexta%2Dfeira%20\(29\)&text=Nessa%20sexta%2Dfeira%20\(29\),\)%2C%20receberam%20a%20tecnologia%205G](https://brasil61.com/n/todas-as-capitais-brasileiras-devem-receber-5g-ate-29-de-setembro-pind223448#:~:text=Depois%20de%20Bras%C3%ADlia%2C%20Belo%20Horizonte,%C3%BAltima%20sexta%2Dfeira%20(29)&text=Nessa%20sexta%2Dfeira%20(29),)%2C%20receberam%20a%20tecnologia%205G)> Acesso em: 22 de Agosto de 2022.

Bandeira, Katarina. Onde tem 5G? Mapa permite fazer consulta por cidade e operadora. Techtudo, 2022. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2022/08/mapa-do-5g-como-consultar-sinal-e-cobertura-de-cada-operadora.ghtml>> Acesso em: 22 de Agosto de 2022.

Sinal do 5G será liberado em mais sete capitais. G1, 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/google/amp/tecnologia/noticia/2022/09/14/sinal-do-5g-sera-liberado-em-mais-sete-capitais-a-partir-de-segunda-feira-diz-anatel.ghtml>>.