



A QUINTA GERAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES MÓVEIS E A INDÚSTRIA 4.0: EVOLUÇÃO, APLICAÇÕES E DESAFIOS

Robson C. C. Amorim¹, Igor R. Gomes², Tássio C. de Carvalho²

¹Universidade Federal do Pará – Polo de Mãe do Rio, Pará, Brasil, Escola Mun. de Ens. Fund. Pe. Lourenço Scott, Trav. Alfredo Chaves s/n, CEP 68675-000

²Universidade Federal do Pará – Campus de Castanhal, Castanhal, Pará, Brasil, Avenida dos Universitários s/n, CEP 68476-360

robskarllos25@gmail.com, {igor.ruiz, tassio}@ufpa.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma breve introdução sobre a evolução do surgimento das tecnologias de comunicações e foca sua pesquisa no desenvolvimento e evolução que culminaram no surgimento da quinta geração de redes de comunicações móveis (5G), sobretudo no cenário do Brasil. O presente artigo faz uma revisão sistemática da literatura a respeito do tema abordado, selecionando os principais encontrados a respeito, publicações científicas e faz uma discussão sobre os principais resultados na área, apresentando um ponto de vista sobre a implantação da quinta geração no Brasil. Após isso, faz uma avaliação e discussão sobre a implantação e o que se espera para o cenário das indústrias 4.0, cidades inteligentes e internet das coisas (IoT) no cenário nacional. O artigo avalia também os principais desafios de implantação e o avanço das operadoras de comunicações nacionais.*

Palavras-chave: *redes de comunicações, 5G, indústrias 4.0, cidades inteligentes e IoT.*

Abstract. *This paper presents a brief introduction on the evolution of the emergence of communications technologies and focuses its research on the development and evolution that culminated in the emergence of the fifth generation of mobile communications networks (5G), especially in the Brazilian scenario. This article makes a systematic review of the literature on the topic addressed, selecting the main findings about it, scientific publications and discusses the main results in the area, presenting a point of view on the implementation of the fifth generation in Brazil. After that, it makes an assessment and discussion about the implementation and what is expected for the scenario of industries 4.0, smart cities and internet of things (IoT) on the national scene. The article also evaluates the main implementation challenges and the advancement of national communications operators.*

Keywords: *communications networks, 5G, industries 4.0, smart cities and IoT.*



1. Introdução

1.1 Contextualização

Nas últimas quatro décadas, observou-se uma grande evolução das redes de comunicações e das telecomunicações, juntamente com a evolução dos componentes elétricos e eletrônicos e a evolução da computação.

No início da década de 80, surgiu a primeira geração das redes de comunicações (1G), ainda em uma vertente tecnológica analógica, oferecendo apenas serviços comunicação de voz. Posteriormente, já baseadas em comunicações digitais, surgiu a segunda geração (2G), implantada na década de 90, estendendo a comunicação de voz, para também possibilitar a transmissão de mensagens de texto. A partir daí, a cada década, surgiu uma nova oportunidade e uma nova geração de redes de comunicações móveis, com a terceira geração (3G) em 2001, responsável pela popularização da Internet móvel no mundo, viabilizando o acesso de recursos mais abrangentes com transmissão *triple play* (voz, dados e imagens), viabilizando aos usuários assistir vídeos, jogos online e outros. A quarta geração entrou em funcionamento no início de 2010, melhorando a largura de banda, a qualidade das ligações e viabilizou que novas aplicações fossem inseridas no mercado anterior, como jogos em tempo real, serviços de nuvem, *streaming* (fluxo de mídia ou transmissão contínua pela Internet) e vídeos sob demanda. (FARIAS, 2019)

O desenvolvimento de novas tecnologias de comunicações móveis tem alavancado o mundo a um novo patamar tecnológico, em novas direções e com o surgimento de numerosas tecnologias e diferentes aplicações, devido ao ganho de velocidade das transmissões e a redução de latência entre as redes e os dispositivos móveis.

Além disso, houve também uma grande busca cada vez maior por dispositivos que possam estar conectados o tempo todo e a qualquer lugar e é neste contexto que a implantação do 5G no Brasil ganha grande importância. O 5G é uma nova geração de tecnologia de comunicação móvel que oferece velocidades de transferência de dados muito mais rápidas e uma capacidade de resposta muito mais imediata do que seus antecessores, além de permitir a conexão de um número muito maior de dispositivos ao mesmo tempo (LIMA, 2022).



De acordo com estudos e pesquisas realizadas, a implantação do 5G no Brasil pode trazer diversos benefícios para o país, como o aumento da eficiência da internet, o aumento da capacidade de conexão de dispositivos e a possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias e aplicações. Além disso, a implantação do 5G também pode contribuir para a modernização do país, tornando-o mais competitivo no mercado global e ajudando a atrair novos investimentos.

Porém, a implantação do 5G também tem sido alvo de discussões e debates no Brasil, com questões relacionadas à segurança e à privacidade sendo mantidas. Além disso, há também questões relacionadas à infraestrutura necessária para a implantação da tecnologia, que exige grandes investimentos e uma atualização da rede elétrica e de infraestrutura de telecomunicações (LIMA,2022).

Avaliar o desempenho do 5G no Brasil é uma tarefa complexa, que requer a análise de diversos fatores, como qualidade e velocidade da rede, quantidade de usuários e dispositivos conectados, eficiência da infraestrutura e satisfação dos usuários. Para realizar essa avaliação, é necessário utilizar métricas específicas e aplicá-las em diferentes situações, tais como áreas urbanas, rurais e regiões de fronteira. Além disso, é importante considerar as especificidades de cada região, levando em conta questões como densidade demográfica, presença de obstáculos e distribuição geográfica das torres de transmissão. Em relação à qualidade e velocidade da rede, as operadoras de telecomunicações têm fornecido dados sobre a velocidade média de download e upload da rede 5G, bem como informações sobre a cobertura da rede em diferentes regiões. Essas informações podem ser detectadas com outros países que já possuem a implantação da tecnologia, para avaliar o desempenho do 5G. (VINHAL,2020)

1.2 Problematização

Novas aplicações têm surgido nos últimos tempos, como veículos autônomos inteligentes, dispositivos móveis sem fio, controles autônomos, mas estas vinham encontrando dificuldades sobre a limitação das tecnologias de comunicações utilizadas no mundo inteiro, incluindo o Brasil. Com a implantação da tecnologia 5G, estas aplicações tornam-se viáveis, uma vez que a tecnologia uma rede mais rápida, confiável e estável, tornando possível o desenvolvimento de soluções cada vez mais avançadas.

Além disso, o 5G também vem aumentando a eficiência da infraestrutura, uma vez que a tecnologia possibilita a conexão de mais dispositivos ao mesmo tempo, sem



interferência na velocidade da rede. Isso é particularmente importante em áreas urbanas, onde a densidade demográfica é alta e a necessidade de conexão simultânea é cada vez maior.

Por fim, a satisfação dos usuários também é um fator importante a ser considerado na avaliação do desempenho do 5G no Brasil. Para isso, é possível realizar pesquisas com os usuários da tecnologia, para obter informações sobre a qualidade da conexão, a velocidade da rede e a facilidade de uso dos serviços oferecidos. (LIMA, 2022)

2. Redes de Comunicações Móveis

A evolução das redes de comunicação móveis tem sido constante desde o surgimento da primeira geração (1G) na década de 1980. Cada nova geração (2G, 3G, 4G) trouxe melhorias significativas em termos de velocidade, capacidade, qualidade de voz e dados, além de novas funcionalidades como acesso à internet, envio de mensagens de texto e multimídia, entre outras. (RAPPAPORT, 2013).

Com a chegada da 5G, espera-se uma mudança significativa na maneira como as redes de comunicação móveis são usadas, com maior velocidade de transmissão de dados, menor latência e maior capacidade de conexão de dispositivos. Essas características devem impulsionar o desenvolvimento de novas aplicações e serviços, como a Internet das Coisas (IoT) e a Indústria 4.0. (ANDREWNS, 2014)

2.1 Gerações Anteriores

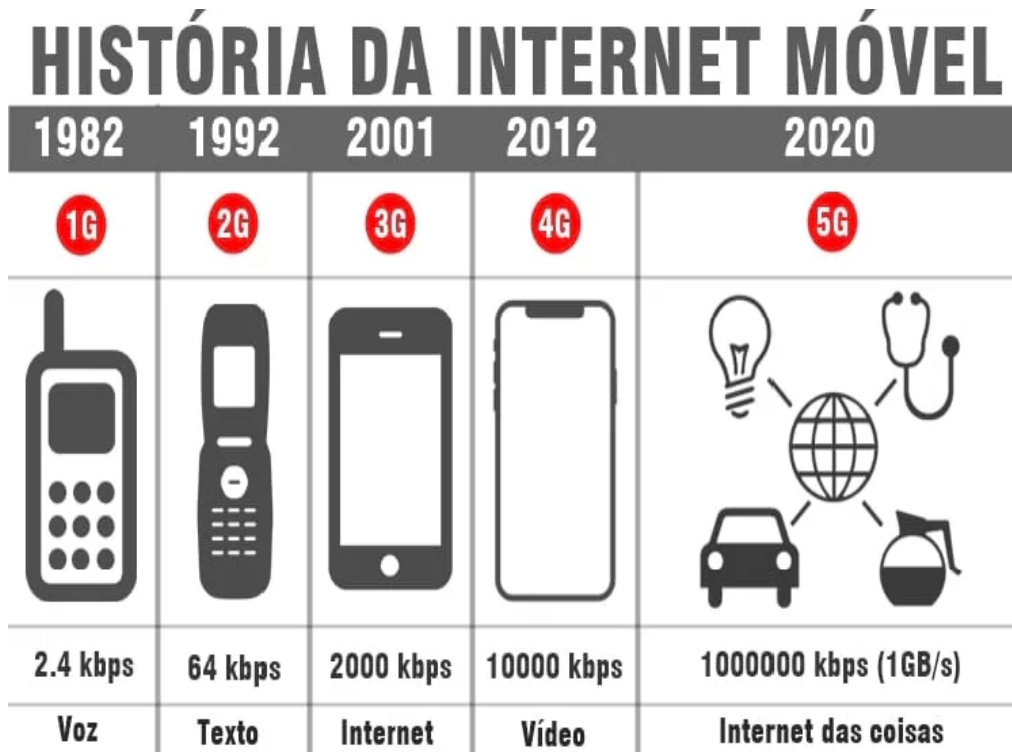
Durante anos as telefonias em longas distâncias eram feitas via cabo, mas atualmente a comunicação é feita sem fim. Com o passar do tempo o uso dos celulares se popularizou e ganhou força para desenvolver novas formas de comunicação em cima das redes celulares disponíveis. Com a difusão dos celulares logo vieram os serviços associados a eles, o que alavancou a internet e sua velocidade de comunicação. Hoje já é possível atingir taxas de comunicação altíssimas com o 4G, 5G e um possível 6G (FARIAS, 2019).



2.2 Quinta Geração (5G)

A arquitetura de rede da tecnologia móvel 5G melhora muito em relação às arquiteturas anteriores. Redes com grande densidade de células, permitem grandes saltos de desempenho como mostra a Figura 1.

Figura 1. Evolução da Internet Móvel



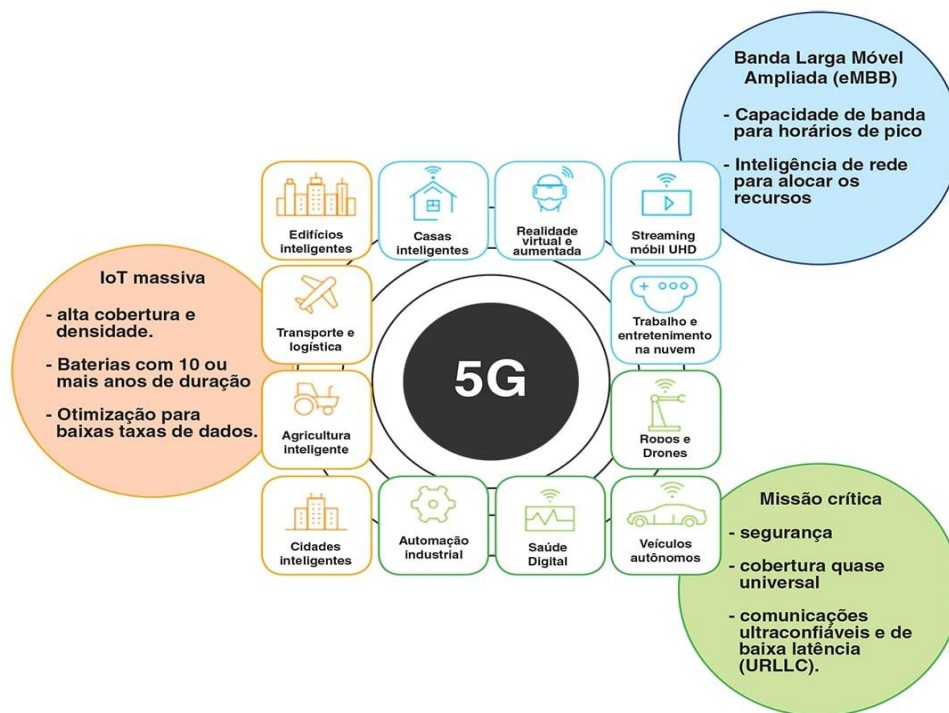
Fonte: WKRH (2022).

A arquitetura das redes 5G oferece melhor segurança em comparação com as redes 4G LTE-A atuais. Em resumo, a tecnologia 5G oferece três vantagens principais exemplificado na Figura 2:

- Velocidade de transmissão de dados mais rápida, até velocidades multi-Gigabit/s.
- Maior capacidade, alimentando uma grande quantidade de dispositivos IoT por quilômetro quadrado.
- Latência mais baixa, até milissegundos de um dígito, o que é extremamente importante em aplicativos como veículos conectados em aplicativos ITS e veículos autônomos, onde uma resposta quase instantânea é necessária.



Figura 2: Cenário 5G



Fonte: ANATEL, 5G no Brasil

A geração 5G é a mais recente evolução das redes de comunicações móveis e vem trazendo diversas melhorias em relação às gerações anteriores, como maior velocidade de conexão, menor latência e maior capacidade de transmissão de dados. No Brasil, a implementação do 5G ainda está em fase inicial, com algumas cidades já recebendo o serviço em caráter experimental.

No entanto, a implementação do 5G no Brasil ainda enfrenta alguns desafios, como a falta de infraestrutura adequada, a dificuldade de acesso à tecnologia por parte da população e a necessidade de regulamentação específica para o uso das novas frequências. É importante destacar que a implantação do 5G deve ser feita de forma responsável e segura, garantindo a privacidade e a segurança das informações dos usuários.

2.3 Redes da Próxima Geração

A próxima geração de redes de comunicação móvel, conhecida como 6G, está sendo estudada e desenvolvida para atender às demandas futuras de comunicação, tais como a transmissão de dados em tempo real, a internet das coisas em grande escala, a comunicação entre máquinas e a inteligência artificial. As tecnologias propostas para o



6G incluem a utilização de frequências terahertz e a implementação de redes holográficas, que permitem o processamento de informações em três dimensões. Além disso, a segurança e a privacidade também serão pontos fundamentais no desenvolvimento do 6G. (DING, 2021).

A interligação de várias redes no 6G também será um dos principais desafios para a próxima geração de redes móveis. Essa interconexão é necessária para que dispositivos e sistemas possam se comunicar em uma variedade de ambientes e situações, desde ambientes urbanos densamente povoados até ambientes rurais remotos.

Para alcançar esse objetivo, uma das principais tecnologias que está sendo estudada para o 6G é a rede inteligente, que permitirá a integração de diferentes redes, incluindo redes de satélites, terrestres e de microondas. Essa rede será capaz de selecionar a melhor rota de comunicação para cada tipo de dispositivo e situação, otimizando a eficiência e a qualidade da comunicação.

Outra tecnologia importante para a interligação de várias redes é a computação em nuvem, que permitirá o processamento de dados em uma rede de servidores remotos. Com isso, será possível aumentar a capacidade de processamento e armazenamento, além de melhorar a eficiência e a escalabilidade da rede.

As células compõem uma unidade fundamental das redes móveis, e no 6G espera-se uma evolução tanto em células pequenas como grandes. As células pequenas são usadas para fornecer cobertura e capacidade adicional em áreas densamente povoadas, como centros urbanos. Elas são normalmente implantadas em locais de alta densidade, como edifícios, postes de luz e estações de metrô. Já as células grandes são usadas para fornecer cobertura em áreas de baixa densidade, como áreas rurais ou suburbanas, onde há menos dispositivos conectados.

No 6G, a expectativa é de que a utilização de células pequenas seja ainda maior, permitindo uma maior densidade de dispositivos conectados, bem como novas aplicações que exigem uma latência ultrabaixa e alta capacidade de transmissão de dados. Além disso, espera-se uma maior integração entre as células pequenas e grandes, possibilitando uma transição suave entre as diferentes áreas de cobertura.

A heterogeneidade de redes no 6G será uma das principais características da próxima geração, suportada por uma combinação de tecnologias, como redes celulares tradicionais, redes de satélite, redes de sensores e redes de comunicação entre veículos.



Isso permitirá que os dispositivos móveis se comuniquem de forma eficiente e segura, independentemente do seu tipo e localização.

No entanto, a implementação de redes heterogêneas no 6G traz desafios técnicos impressionantes, como a gestão de recursos, a escalabilidade e a interoperabilidade entre diferentes tipos de redes. Portanto, serão necessárias soluções inovadoras e integradas para garantir o sucesso da implantação dessas redes. (ZHANG,2020)

2.4 Indústria 4.0

Existe uma inclinação para novas tecnologias no mercado, segundo Schwab (2016), a indústria 4.0 também chamada “quarta revolução industrial”, pode ser agrupadas em um amplo sistema de tecnologias avançadas como Inteligência Artificial (IA), robótica, Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem que estão mudando as formas de produção e os modelos de negócios no Brasil e no mundo. A Figura 3 mostra a evolução da indústria 4.0.

Figura 3. Observações da evolução Industrial



Fonte: Kagermann, (2022)

Várias dessas tecnologias estão sendo aplicadas no processo que hoje é conhecido como Indústria 4.0. É um conceito que representa a automação nas indústrias, focando na eficiência, segurança e produtividade. Nesse contexto, o mercado de trabalho está



relacionado diretamente. Com isso, certas áreas destacam-se gerando novas profissões, modificando várias carreiras profissionais (COELHO, 2016).

Segundo Porto Neto (2021), várias soluções em diferentes áreas podem ser aprimoradas através do avanço, desenvolvimento e da digitalização, cuja implementação será capaz de transformar economicamente e socialmente o Brasil.

A quinta geração da internet, surge com o objetivo de garantir uma conexão mais rápida entre os equipamentos, além de possibilitar o desenvolvimento de novas soluções e tecnologias, algo superior ao que aconteceu na mudança do 3G para o 4G, na qual a velocidade foi a principal alteração.

Dentro da indústria o 5G promete novos benefícios, principalmente os relacionados a IIoT (Internet Industrial das Coisas) e a Inteligência Artificial (IA) devido à quantidade de dados em uma menor quantidade de tempo. (NOGUEIRA, 2020)

Existe uma inclinação para novas tecnologias no mercado, segundo Schwab (2016), a Indústria 4.0 também chamada “quarta revolução industrial”, pode ser agrupadas em um amplo sistema de tecnologias avançadas como Inteligência Artificial (IA), robótica, Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem que estão mudando as formas de produção e os modelos de negócios no Brasil e no mundo. Várias dessas tecnologias estão sendo aplicadas no processo que hoje é conhecido como Indústria 4.0. É um conceito que representa a automação nas indústrias, focando na eficiência, segurança e produtividade. Nesse contexto, o mercado de trabalho está relacionado diretamente. Com isso, certas áreas destacam-se gerando novas profissões, modificando várias carreiras profissionais (COELHO, 2016).

3. Trabalhos Relacionados

A implantação do 5G no Brasil é uma questão de grande interesse para o setor de telecomunicações e para a sociedade em geral. Nos últimos anos, muitos acadêmicos trabalharam com certeza este assunto, buscando compreender os desafios, oportunidades e efeitos da implementação desta nova tecnologia no país.

Um dos primeiros trabalhos a abordar este tema foi o estudo de Santos et al. (2021), que realizou uma análise detalhada da implantação do 5G no Brasil, destacando os desafios e as oportunidades que a tecnologia apresenta. De acordo com os autores, a implantação do 5G no país está sendo fortemente influenciada por fatores regulatórios,



pela disponibilidade de frequências, pela infraestrutura e pela concorrência entre as operadoras de telecomunicações.

Outro trabalho que aborda este assunto é o estudo de Coelho et al. (2022), que investigou os impactos sociais e psicológicos da implantação do 5G no Brasil. Os autores destacam que a nova tecnologia pode trazer inúmeras vantagens para a sociedade, como maior velocidade de conexão, maior capacidade de processamento de dados e maior segurança na transmissão de informações. No entanto, também apontam preocupações quanto aos negativos que a implantação do 5G pode trazer, como a intensificação do uso de recursos naturais e a possibilidade de interferência na saúde humana.

3.1 Avaliação de Desempenho do 5G no Brasil

Desde sua implantação, o 5G tem sido amplamente avaliado quanto ao seu desempenho no Brasil. Este capítulo apresenta uma revisão dos dados disponíveis sobre o desempenho da tecnologia no país, incluindo informações sobre a cobertura, a velocidade de recepção e a satisfação dos usuários.

A cobertura do 5G no Brasil tem sido uma questão importante para as operadoras de telecomunicações e para os reguladores. De acordo com a Anatel (2022), a cobertura 5G atualmente está disponível em mais de 50 cidades brasileiras, com planos para expansão em todo o país nas próximas duas décadas.

Quanto à velocidade de conexão, os dados da OpenSignal (2022) indicam que as velocidades médias de download 5G no Brasil são comparáveis às velocidades médias de países como Alemanha e França. No entanto, ainda há variações observadas nas velocidades de conexão entre as diferentes regiões do país.

A avaliação dos usuários também tem sido avaliada como parte da avaliação do desempenho do 5G no Brasil. Uma pesquisa realizada pela Brazil Telecom (2022) apontou que mais de 70% dos usuários de 5G estão satisfeitos com a tecnologia, destacando a velocidade de conexão e a qualidade de serviço como os principais fatores de satisfação.

Em resumo, a avaliação do desempenho do 5G no Brasil indica que a tecnologia está evoluindo rapidamente no país, oferecendo cobertura em grandes cidades, velocidades de conexão competitivas e satisfação elevada entre os usuários. No entanto, ainda há desafios a serem superados, como a expansão da cobertura para áreas remotas e a redução de variações nas velocidades de conexão entre as regiões.



3.2 Áreas de Cobertura do 5G no Brasil

A implementação do 5G no Brasil tem avançado rapidamente, mas ainda existem desafios a serem enfrentados em relação à cobertura das áreas de serviço. É importante entender que a rede 5G utiliza diferentes frequências de ondas para operar, o que impacta diretamente na cobertura da rede.

Atualmente, as operadoras de telefonia móvel estão implementando a rede 5G nas frequências de 3,5 GHz e 2,3 GHz, que apresentam um alcance menor em relação às frequências utilizadas para a rede 4G, como 700 MHz e 1.800 MHz. Isso significa que as operadoras precisam de uma quantidade maior de antenas para cobrir a mesma área, o que pode levar a um aumento nos custos de implementação. (TELESÍNTESE,2022)

Além disso, a topografia do terreno também pode afetar a cobertura da rede. Em áreas montanhosas ou com muitos prédios, por exemplo, a rede pode ter dificuldades em fornecer uma cobertura completa e estável, apesar dos desafios, a expectativa é de que a rede 5G possa chegar a cerca de 20% da população brasileira até o final de 2022, com a meta de chegar a 50% até 2025.

3.3 Ondas milimétricas do 5G

Uma das principais características do 5G é o uso de ondas milimétricas, que estão na faixa de frequência entre 24 GHz e 300 GHz. Essas ondas possuem comprimentos de onda muito menores do que as ondas usadas pelas tecnologias 3G e 4G, o que permite o uso de antenas menores e mais direcionais, além de uma maior capacidade de transmissão de dados.

No entanto, o uso de ondas milimétricas também apresenta alguns desafios para a implementação do 5G, como a dificuldade de penetração em obstáculos, como paredes e árvores, e a necessidade de muitas antenas para garantir a cobertura adequada. Além disso, a utilização dessas ondas também pode apresentar riscos à saúde, especialmente quando há exposição direta a elas em níveis elevados e por longos períodos.

Apesar dos desafios, o uso de ondas milimétricas no 5G apresenta um grande potencial para melhorar a conectividade e permitir novas aplicações em áreas como a indústria, saúde, transporte e entretenimento. A sua implementação é uma das principais prioridades para as empresas de telecomunicações em todo o mundo, incluindo o Brasil, que está investindo na construção de uma infraestrutura adequada para suportar a tecnologia.

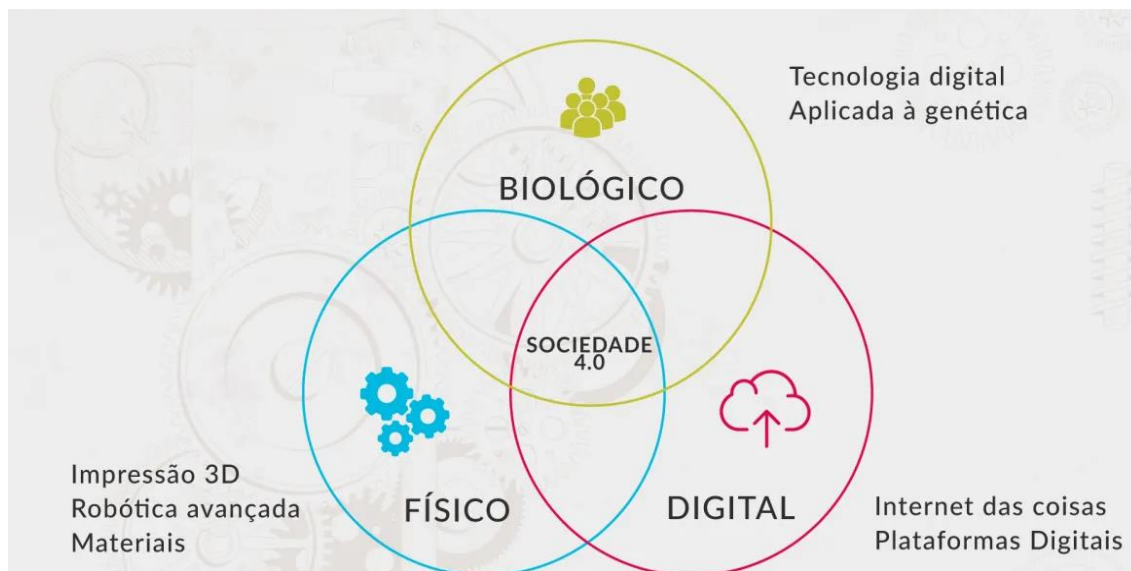


4. Discussão

A quinta geração das comunicações móveis (5G) está revolucionando o setor de tecnologia, prometendo uma conexão ultrarrápida e de baixa latência para milhões de dispositivos em todo o mundo. Com o 5G, a indústria 4.0 ganha ainda mais força, tornando-se mais acessível e eficiente para empresas de todos os setores.

A Indústria 4.0 tem sido um dos principais temas de discussão no setor industrial, especialmente quando se trata de práticas teóricas relacionadas à produtividade e competitividade. A Indústria 4.0 é baseada na digitalização, automação e conectividade, permitindo que as empresas obtenham melhorias em eficiência, produtividade e qualidade. Dentre as principais características que fornecem um guia para a digitalização e automação de processos industriais são: Física, digital e biológica, conforme destacado na Figura 4.

Figura 4. Divisão das categorias da indústria 4.0



Fonte: TELEBRASIL 2023

A categoria física refere-se à digitalização e automação de processos físicos, como a fabricação de produtos em fábricas. Isso envolve o uso de tecnologias como robótica, veículos autônomos, impressão 3D e novos materiais. Sistemas de controle de qualidade integrados para melhorar a eficiência, qualidade e flexibilidade dos processos de produção.



A categoria digital refere-se à digitalização e automação de processos de negócios, incluindo operações de sensores, IoT, computação em nuvem entre o gerenciamento de cadeia de suprimentos e tomada de decisões controladas em dados. Isso envolve o uso de tecnologias como inteligência artificial, big data, análise de dados avançados e blockchain para melhorar a eficiência, a transparência e a tomada de decisões nas empresas.

A categoria biológica refere-se ao uso de tecnologias como biologia sintética, genética, genômica, e biotecnologia avançadas para melhorar a eficiência e sustentabilidade em setores como agricultura, energia e saúde. Isso envolve o uso de tecnologias avançadas para criar materiais, desenvolver terapias personalizadas e melhorar a produtividade e sustentabilidade de um modo geral.

Algumas das práticas teóricas associadas à Indústria 4.0 incluem o uso de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA), big data e análise de dados avançados. Essas tecnologias permitem que as empresas automatizem processos, reduzam desperdícios, aumentem a qualidade e produzam produtos personalizados de maneira mais rápida e eficiente.

As práticas teóricas da Indústria 4.0 se concentram em como as empresas podem utilizar tecnologias digitais avançadas e uma abordagem colaborativa para melhorar a produtividade e competitividade, com um foco na eficiência, qualidade e personalização dos produtos e serviços.

As possibilidades oferecidas pelo 5G para a indústria 4.0 são inúmeras, incluindo a automação de processos de produção, o monitoramento de máquinas e equipamentos em tempo real, a implementação de sistemas de manutenção preditiva, a utilização de robôs e drones em fábricas, entre outras aplicações.

Além disso, o 5G pode ajudar as empresas a se tornarem mais ágeis e flexíveis, permitindo a tomada de decisões mais rápidas e precisas, atendendo o tempo de resposta às mudanças de mercado e às necessidades dos clientes.

A quarta revolução industrial traz uma série de tecnologias que unem o físico ao digital, impactando todos os tipos de indústrias. Totalmente integradas e com pouca interferência do homem na maioria dos processos. Entre eles os 9 principais pilares da indústria 4.0 que fornecem a base para a transformação digital das empresas e processos industriais. Como mostra a Figura 5.



Figura 5. Pilares da indústria 4.0



Fonte: BRASIL 2023

No entanto, é importante ressaltar que a implantação do 5G e adotada da indústria 4.0 também traz desafios, incluindo a segurança de dados e a necessidade de atualização constante dos sistemas para garantir a sua eficiência e transmissão. É fundamental que as empresas estejam preparadas para lidar com esses desafios e investir na capacitação de seus profissionais para garantir uma transição suave para a nova era da tecnologia.

4.1 Plano Nacional para IoT

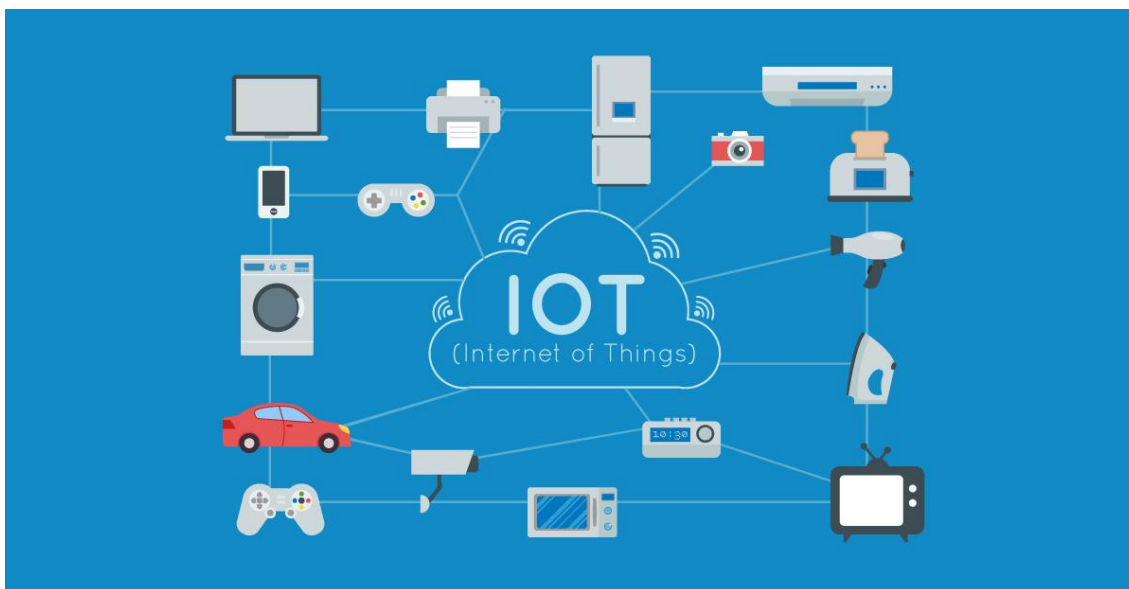
O Brasil tem se preparado para a chegada das IoT e para a implementação da tecnologia 5G. O governo federal lançou o Plano Nacional de Internet das Coisas em 2019, com o objetivo de criar um ambiente favorável ao desenvolvimento da IoT no país e estabelecer diretrizes para o setor.

O plano prevê ações em diversas áreas, como a criação de regulamentações para a utilização da IoT, a implementação de políticas de incentivo à inovação e ao empreendedorismo, a promoção de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias, e a criação de infraestrutura para a implementação da tecnologia.



Além disso, o governo tem investido em projetos pilotos para testar a implementação das IoT em diferentes setores, como agricultura, indústria e cidades inteligentes. (CRIOT,2023), como mostra a Figura 6.

Figura 6: Internet das Coisas (IoT)



Fonte: TELECO 2022

Outra iniciativa importante é a criação de centros de inovação e laboratórios de pesquisa, como o Centro de Referência em IoT (CRIOT), localizado em Campinas, que tem como objetivo desenvolver tecnologias para a IoT e fomentar a criação de startups e novos negócios no setor.

Apesar das iniciativas do governo, ainda há desafios a serem enfrentados para a implementação da IoT no Brasil, como a falta de padronização e regulamentação, a falta de infraestrutura em algumas regiões do país e a necessidade de investimentos em educação e formação de profissionais qualificados para trabalhar com a tecnologia.

5. Considerações Finais

Com base na análise realizada neste trabalho, podemos concluir que a quinta geração das comunicações e a indústria 4.0 possuem uma forte relação, sendo complementares e interdependentes. A implantação do 5G no Brasil pode acompanhar o



desenvolvimento da indústria 4.0 no país, tornando-o mais competitivo em relação a outros países e gerando oportunidades de negócios e empregos.

No entanto, a implantação do 5G no Brasil também apresenta desafios, como a necessidade de investimentos em infraestrutura e capacitação técnica, além das preocupações relacionadas à segurança e privacidade dos dados. É importante que o país esteja preparado para enfrentar esses desafios e aproveitar as oportunidades trazidas pela tecnologia.

Diante disso, é necessário que o governo e as empresas do setor de telecomunicações trabalhem em conjunto para garantir a implantação do 5G de forma segura, eficiente e acessível para todos os brasileiros. Além disso, é importante que a sociedade como um todo esteja ciente dos benefícios e riscos relacionados à tecnologia e possa participar ativamente do debate sobre o assunto.

Em suma, a quinta geração das comunicações móveis e a indústria 4.0 representam um grande avanço tecnológico para o Brasil e podem trazer inúmeros benefícios para a economia e a sociedade. No entanto, é necessário que sejam enfrentados os desafios e que sejam tomadas medidas para garantir o desenvolvimento sustentável e inclusivo da tecnologia.

Referências Bibliográficas

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6023: Informação e documentos: referências - elaboração. 2002.

ANATEL. Plano Geral de Outorgas de Frequências para a Implantação de Sistemas de Comunicações Móveis por Satélite e Terrestres no Brasil. Rio de Janeiro, RJ: Anatel, 2018. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/pgo-de-frequencias>. Acesso em: 13 fev. 2023.

ANATEL. Relatório sobre a implantação do 5G no Brasil [online]. 2022 [citado em 13 fev. 2023]. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/relatorios/5g>.

ANDREWS, J. G., Buzzi, S., Choi, W., Hanly, S. V., Lozano, A., Soong, A. C., & Zhang, J. C. (2014). What will 5G be



BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Plano Nacional de Internet das Coisas. 2019. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/iniciativas/iot/publicacoes/PlanoNacionalIoT.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

COELHO, JB e cols. Impactos Sociais e Econômicos da Implantação do 5G no Brasil. *Revista de Economia e Sociedade*, v. 33, n. 2, pág. 156-173, 2022.

CRIOT. Centro de Referência em IoT. Disponível em: <https://www.criot.org.br/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

DING, H., & Jiao, X. (2021). Redes sem fio 6G: avanços na pesquisa e tendências futuras. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 22(5), 702-716.

KURZWEIL, Ray. *A singularidade está próxima: quando os humanos transcendem a biologia*. São Paulo: Aleph, 2005.

KAGERMANM, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2022). *Recomendações para a implementação da iniciativa estratégica INDÚSTRIE 4.0: Relatório final do grupo de trabalho Industrie 4.0*. Acatech - Academia Nacional de Ciências e Engenharia.

LIMA, Marcelo Bezerra de. Indústria 4.0: desafios e oportunidades para o Brasil. *Cadernos de Prospecção, Brasília*, v. 9, n. 2, pág. 227-241, maio/ago. 2016.

MARQUES, Ivan. IoT em Campinas: cidade inteligente começa a sair do papel. *Teletempo*. 11 abr. 2019. Disponível em: <https://teletime.com.br/11/04/2019/iot-em-campinas-cidade-inteligente-comeca-a-sair-do-papel/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

OPENSIGNAL. O estado do 5G no Brasil [online]. 2022 [citado em 13 fev. 2023]. Disponível em: <https://opensignal.com/reports/2022/brazil/state-of-5g>.



RAPPAPORT, T. S., Sun, S., Mayzus, R., Zhao, H., Azar, Y., Wang, K., ... & Gutierrez, F. (2013). Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work. *IEEE access*, 1, 335-349.

SANTOS, AB dos et al. Análise da Implantação do 5G no Brasil: Desafios e Oportunidades. *Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação*, v. 12, n. 2, pág. 123-137, 2021.

TELEBRASIL. Panorama da Infraestrutura de Telecomunicações no Brasil. São Paulo, SP: Telebrasil, 2020. Disponível em: <https://telebrasil.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

TELECO. (2022). Cobertura 5G no Brasil. Recuperado em 13 de fevereiro de 2023, de https://www.teleco.com.br/5g/5g_cobertura.asp

TELESÍNTESE. (2022). Cobertura 5G no Brasil deve ficar em 20% até o fim do ano, diz CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

UIT (União Internacional de Telecomunicações). *IMT 2020 (5G) - Enquadramento e Objetivos Gerais do Desenvolvimento Futuro do IMT para 2020*.

WKRH. 5G no Brasil: Quando é, afinal, o lançamento e por que ela supera a 4G? [s.d]. Disponível em: <https://wkrh.com.br/5g>. Acesso em: 11 abr. 2022

YOUSSEF, Samira et al. Indústria 4.0: Uma pesquisa sobre tecnologias, aplicações e questões de pesquisa aberta. *Journal of Industrial Information Integration*, v. 22, p. 28-42, 2021. See More

ZHANG, X., Wang, Q., Chen, J., & Liu, Y. (2020). Rumo a redes 6G inteligentes: uma pesquisa abrangente. *Revista IEEE Communications*, 58(10), 46-52.