



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01 de dezembro 2023

5G e a Revolução das Comunicações Móveis no Brasil

Joel Alves da Rocha César¹

Programa De Pós-Graduação Em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dirce Betânia de Oliveira Faustino²

Programa De Pós-Graduação Em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Miqueias Alves da Rocha César³

Departamento de Agroecologia – Escola Família Agrícola do Bico do Papagaio Padre Josimo

Regina Negri Pagani

Orientador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo: Este artigo investiga o impacto das frequências do 5G designadas no Brasil na revolução das comunicações móveis. Com a Anatel alocando faixas de espectro específicas para a implantação do 5G, o país está se inserindo na vanguarda das telecomunicações, promovendo velocidades de transmissão mais elevadas, latência reduzida e um vasto campo de oportunidades para a inovação tecnológica. No contexto brasileiro, destacam-se as frequências de 3,5 GHz e 26 GHz como as mais relevantes. A faixa de 3,5 GHz, caracterizada por um equilíbrio entre alcance e capacidade, mostra-se adequada para áreas metropolitanas densamente povoadas, enquanto a faixa de 26 GHz oferece velocidades de transmissão excepcionalmente elevadas, embora com um alcance geográfico mais limitado. Os objetivos deste artigo compreendem a análise das especificidades técnicas dessas frequências, a exploração do progresso da implantação do 5G no Brasil e a investigação das oportunidades e desafios inerentes a esse processo. São enfatizadas as perspectivas de inovação tecnológica, como a integração da realidade aumentada, a Internet das Coisas (IoT) e a condução autônoma. Concomitantemente, este trabalho examina os obstáculos regulatórios, as demandas de infraestrutura e as preocupações relacionadas à segurança que acompanham a expansão do 5G no território brasileiro. Por meio dessa análise, almeja-se contribuir para uma compreensão mais aprofundada das mudanças significativas que estão moldando o cenário das comunicações móveis no Brasil.

Palavras-chave: 5G, Comunicações Móveis, Inovação Tecnológica, Cidade Inteligente, IoT, Brasil.

5G and the Mobile Communications Revolution in Brazil

Abstract: This article investigates the impact of 5G frequencies designated in Brazil on the mobile communications revolution. With Anatel allocating specific spectrum bands for the implementation of 5G, the country is entering the forefront of telecommunications, promoting higher transmission

speeds, reduced latency and a vast field of opportunities for technological innovation. In the Brazilian context, the 3.5 GHz and 26 GHz frequencies stand out as the most relevant. The 3.5 GHz band, characterized by a balance between range and capacity, is suitable for densely populated metropolitan areas, while the 26 GHz band offers exceptionally high transmission speeds, albeit with a more limited geographic range. The objectives of this article include analyzing the technical specificities of these frequencies, exploring the progress of 5G implementation in Brazil and investigating the opportunities and challenges inherent to this process. The perspectives of technological innovation are emphasized, such as the integration of augmented reality, the Internet of Things (IoT) and autonomous driving. Concomitantly, this work examines the regulatory obstacles, infrastructure demands and security-related concerns that accompany the expansion of 5G in Brazilian territory. Through this analysis, we aim to contribute to a deeper understanding of the significant changes that are shaping the mobile communications landscape in Brazil.

Keywords: 5G, Mobile Communications, Technological Innovation, Smart cities, IoT, Brazil.

1. Introdução

A atual revolução no campo das comunicações móveis, impulsionada pelo advento do 5G, tem consequências profundas e abrangentes tanto em escala global quanto, de maneira particular, no contexto brasileiro. O 5G, como a quinta geração das redes móveis, está redesenhando o paradigma das comunicações ao fornecer velocidades de transmissão substancialmente superiores e latência reduzida, transformando a maneira como os indivíduos interagem com serviços móveis e conteúdo digital. No Brasil, a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) desempenha um papel central ao alocar frequências específicas para o 5G, integrando o país nesse cenário tecnológico em constante evolução. Este artigo tem por objetivo investigar o papel desempenhado pelas frequências do 5G designadas no Brasil na revolução das comunicações móveis, enfatizando como essas frequências estão conduzindo a implantação dessa tecnologia de vanguarda no país.

No âmbito brasileiro, a Anatel alocou duas faixas de frequência fundamentais para o 5G: a faixa de 3,5 GHz e a faixa de 26 GHz. A primeira, notável por sua capacidade de equilibrar alcance e capacidade, é especialmente adequada para áreas urbanas densamente povoadas. A segunda, a faixa de 26 GHz, oferece velocidades de transmissão exponencialmente elevadas, embora com um raio de alcance geográfico mais restrito. Essas frequências constituem o substrato técnico subjacente ao 5G no Brasil, capacitando uma ampla gama de aplicações e serviços móveis de vanguarda.

Este artigo tem como seu objetivo examinar a maneira como as frequências designadas pela Anatel estão influenciando e impulsionando a revolução das comunicações móveis no Brasil, assim como as implicações dessa transformação para a sociedade e a indústria de telecomunicações. Para isto, o trabalho analisará as características técnicas dessas frequências, o progresso da implantação do 5G no país, bem como as oportunidades e desafios inerentes a essa progressão. Ademais, esta pesquisa enfatizará as perspectivas de inovação tecnológica e abordará as complexidades regulatórias, de infraestrutura e de segurança associadas a essa trajetória. Por meio dessa análise abrangente, almeja-se proporcionar uma visão completa do impacto das frequências do 5G na revolução das comunicações móveis no contexto brasileiro.

2. Metodologia

Esta pesquisa é classificada como de natureza básica, uma vez que visa a compreensão e aplicação do conhecimento sobre o 5G no contexto específico do Brasil. A abordagem metodológica adotada é exploratória e qualitativa (ZUAZO, 2018) com o intuito de explorar em profundidade e detalhadamente as nuances e complexidades da implementação do 5G no país. A abordagem qualitativa foi escolhida devido à natureza exploratória da pesquisa, que busca compreender as percepções, experiências e impactos da introdução do 5G no

contexto brasileiro. O enfoque qualitativo permite uma análise aprofundada das questões em estudo, proporcionando insights ricos e contextuais.

O procedimento técnico adotado é o estudo de caso (MARTINS, 2018) O objeto de estudo principal é a implementação do 5G no Brasil, considerando as frequências designadas pela Anatel e seu impacto nas comunicações móveis. O estudo de caso permite uma investigação minuciosa e holística do tema, possibilitando a obtenção de uma compreensão abrangente das dinâmicas envolvidas.

Os dados coletados foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo (TEIXEIRA, 2022).). Isso envolve a categorização, codificação e interpretação dos dados para identificar tendências, padrões e insights relevantes relacionados à implementação do 5G no contexto brasileiro.

3. Tecnologia 5G: características e aplicações

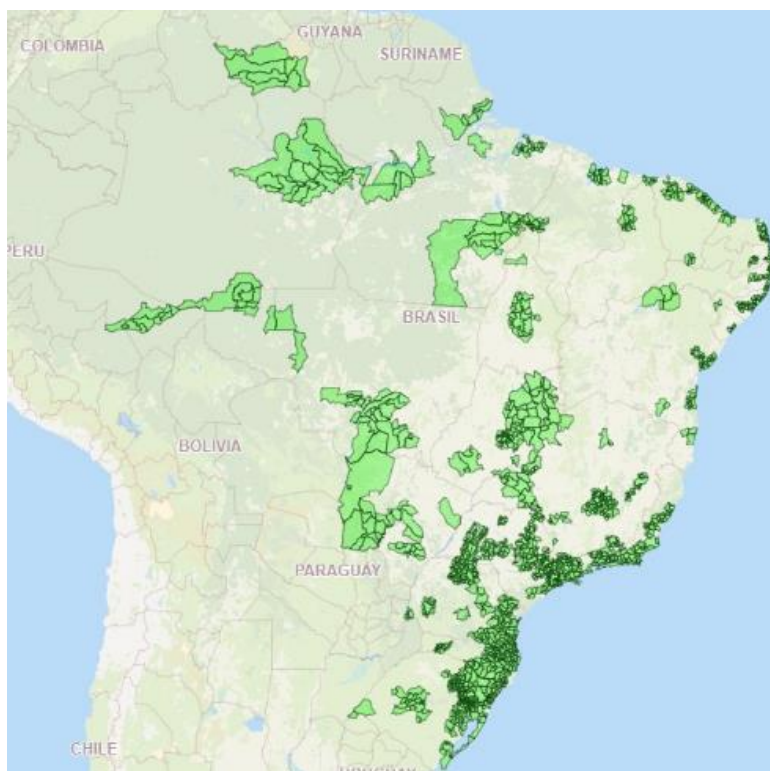
O 5G representa, em primeira instância, a progressão inerente das redes de Long Term Evolution (LTE), geralmente referidas como 4G. A cada nova padronização, ocorre um aumento na eficiência espectral, possibilitando a transmissão de volumes crescentes de dados e facilitando a introdução de novos serviços. Isso implica que a tecnologia móvel expande sua presença em outros setores, por vezes, desafiando a telefonia e a banda larga fixa, e influenciando as operações de negócios já estabelecidos. A implementação de novos padrões sempre desperta expectativas substanciais. No momento do lançamento do 3G, por exemplo, havia uma grande esperança de que finalmente tivéssemos acesso à internet móvel. Muitas operadoras, inclusive no Brasil, comercializaram seus serviços de dados móveis da mesma forma que os planos de banda larga fixa, baseando-se nas velocidades de conexão. As expectativas eram tão elevadas na época que isso resultou na primeira bolha da telefonia móvel, levando a um aumento significativo nos custos de aquisição das frequências necessárias. No entanto, tanto os dispositivos móveis quanto os serviços não conseguiram efetivamente atender às expectativas dos consumidores, e apenas no final daquela década o padrão passou a ser amplamente adotado pelos usuários.

Na prática, a banda larga móvel, ou seja, a internet móvel, só se concretizou com a chegada do 4G, quando as velocidades melhoraram o suficiente para permitir uma experiência satisfatória aos usuários. Em 2007 e 2008, foram lançados o primeiro iPhone e o primeiro smartphone Android, dispositivos que redefiniram o conceito de mobilidade. Uma nova década se passou e o novo padrão, 5G, seguirá o mesmo trajeto das tecnologias que o precederam. As inovações e melhorias serão gradualmente incorporadas, dependendo da aceitação do mercado e das prioridades das operadoras e dos clientes.

Os dados mais recentes disponíveis no mapa interativo correspondem ao mês de junho do corrente ano(HIBBERD, 2019).

De acordo com as informações apresentadas no gráfico, até o sexto mês do ano de 2023, a infraestrutura de rede 5G estava implementada em 172 municípios do território nacional, uma Visão Geral O 5G é caracterizado por uma série de avanços tecnológicos que o tornam mais rápido, eficiente e versátil em comparação com suas predecessoras. Uma das características mais distintivas do 5G é a utilização de frequências mais altas, como as faixas de 3,5 GHz e 26 GHz designadas pela Anatel. Essas frequências proporcionam maior largura de banda, possibilitando taxas de transferência de dados muito mais rápidas (QUEIROZ,2021).

Figura 1 – Mapa interativo mostra os municípios que contam com tráfego de dados de quinta geração móvel.



Fonte: ANATEL (2023)

É de relevância notória ressaltar que o presente painel veicula os dados oriundos dos indicadores de qualidade estipulados no Regulamento de Qualidade dos Serviços de Telecomunicações, doravante designado como RQUAL. Conseqüentemente, a determinação da presença de tecnologia é substanciada com base na existência de tráfego no âmbito municipal. Concomitantemente, é imperativo reconhecer que podem haver disparidades quando contrastados com os dados de abrangência divulgados pela entidade reguladora nos demais painéis de infraestrutura. Essas disparidades emergem em virtude da utilização, nos referidos painéis adicionais, de informações provenientes do licenciamento de Estações Rádio Base, as quais podem encontrar-se licenciadas sem, de fato, estarem em funcionamento efetivo. Assim, o presente painel serve exclusivamente para indicar a presença da tecnologia no âmbito municipal, não necessariamente denotando a efetiva cobertura geográfica.

Velocidade e Latência Reduzida: O 5G oferece velocidades de download e upload significativamente mais rápidas do que o 4G. Além disso, a latência é drasticamente reduzida, o que significa que o tempo de resposta entre dispositivos é mínimo. Isso é fundamental para aplicações que exigem comunicações em tempo real, como carros autônomos e cirurgias remotas (POLICARPO,2023).

3.2 Indústria 4.0: O 5G desempenha um papel fundamental na evolução da Indústria 4.0. A conectividade instantânea e confiável permite a automação avançada, o monitoramento remoto e o controle de máquinas e processos industriais. Isso resulta em maior eficiência e produtividade (NOVAIS,2020).

3.3 Inovação em Setores Diversos: O 5G abre caminho para inovações em uma variedade de setores, incluindo saúde, educação, agricultura e entretenimento. Aplicações como cirurgias remotas, realidade virtual e Internet das Coisas (IoT) se beneficiam da alta velocidade e conectividade do 5G (NOVAIS,2020).

3.4 Implementação do 5G no Brasil: A implementação do 5G no Brasil segue um cronograma definido pela Anatel, com metas específicas para diferentes regiões e prazos. A expectativa é de que as capitais brasileiras tenham acesso ao 5G mais cedo, com expansão gradual para áreas rurais e de menor densidade populacional. No entanto, existem desafios a serem superados, como a dependência de antenas parabólicas e a criação de redes privadas (SOARES,2021).

3.5 Impacto Socioeconômico do 5G: O impacto do 5G nas comunicações móveis do Brasil vai além da melhoria na experiência do usuário. Essa tecnologia tem o potencial de impulsionar o crescimento econômico, aumentar a competitividade global e melhorar a qualidade de vida da população. A conectividade avançada oferecida pelo 5G pode abrir novas oportunidades de negócios, melhorar a prestação de serviços públicos e promover a inovação em diversos setores (POLICARPO, 2023).

O 5G e Cidades Inteligentes: O 5G e as cidades inteligentes estão intrinsecamente interligados, promovendo uma revolução na forma como as áreas urbanas são planejadas e operadas. O 5G oferece conectividade ultrarrápida, baixa latência e capacidade massiva de dispositivos, tornando-o essencial para o desenvolvimento de cidades inteligentes. Sensores IoT em toda a cidade coletam dados em tempo real, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos urbanos, como tráfego, energia e segurança. Isso impulsiona a mobilidade urbana sustentável, a segurança pública aprimorada e a eficiência energética. O 5G também facilita a implementação de carros autônomos, redes de transporte público mais inteligentes e sistemas de energia mais eficientes. Além disso, promove a participação cidadã por meio de aplicativos móveis e plataformas de participação, melhorando a qualidade de vida. No entanto, a crescente coleta de dados levanta preocupações sobre a privacidade e a segurança, exigindo estratégias rigorosas de proteção de dados. A colaboração público-privada e investimentos substanciais em infraestrutura são fundamentais para o sucesso das cidades inteligentes habilitadas pelo 5G. O futuro das smart cities dependerá da capacidade de equilibrar esses benefícios com a governança cuidadosa e a proteção dos direitos dos cidadãos (FERRO, 2022).

4. Resultados: Cronograma de Liberação da Faixa de 3,5 GHz para o 5G no Brasil

A implantação da tecnologia 5G no Brasil segue um cronograma cuidadosamente planejado de liberação da faixa de 3,5 GHz, um dos principais espectros a serem utilizados para a expansão dessa tecnologia. Abaixo, segue um resumo do cronograma de liberação até o momento:

Figura 2 – Calendário de implantação da frequência 3,5 GHz no Brasil



Fonte: Entidade Administradora da Faixa EAF (2022)

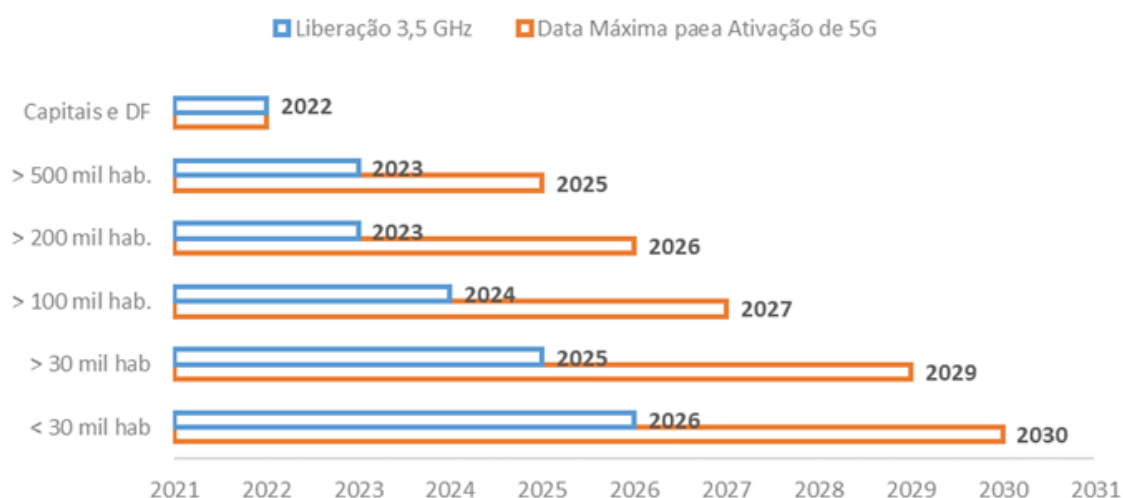
Figura 3 – Cidades com liberação para implantação em 2023

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2021 (mil)	Liberada em
Guarulhos	1.405	01/01/2023
Campinas	1.223	01/01/2023
São Gonçalo	1.098	01/01/2023
Duque de Caxias	929	01/01/2023
São Bernardo do Campo	850	01/01/2023
Nova Iguaçu	825	01/01/2023
São José dos Campos	737	01/01/2023
Santo André	724	01/01/2023
Ribeirão Preto	720	01/01/2023
Jaboatão dos Guararapes	711	15/12/2022
Uberlândia	707	01/01/2023
Osasco	701	01/01/2023
Sorocaba	695	01/01/2023
Contagem	674	01/01/2023
Feira de Santana	624	01/01/2023
Joinville	605	15/12/2022
Aparecida de Goiânia	602	15/12/2022
Londrina	581	15/12/2022
Juiz de Fora	578	01/01/2023
Ananindeua	540	15/12/2022
Serra	537	01/01/2023
Caxias do Sul	524	15/12/2022
Niterói	517	01/01/2023
Belford Roxo	515	01/01/2023
Campos dos Goytacazes	515	01/01/2023
Vila Velha	509	01/01/2023

Fonte: TELECO (2023)

Figura 4 – Liberação da frequência de 3,5GHz

Cronograma da liberação do 3,5 GHz e data máxima para 5G



Fonte: TELECO (2023)

O cronograma de liberação da faixa de 3,5 GHz para o 5G no Brasil demonstra um avanço considerável na implantação dessa tecnologia em todo o país, com a meta de garantir uma cobertura abrangente em áreas urbanas densamente povoadas até meados de 2023. Essa infraestrutura é fundamental para impulsionar a conectividade, inovação e transformação digital em diversos setores (TELECO, 2022).

4.1 Benefícios do 5G: Impulsionando a conexão

Compreendemos as vantagens de realizar o download de um filme em segundos, transmitir vídeos em alta resolução sem interrupções e desfrutar de jogos online com latência mínima, usufruindo de velocidades de transferência que atingem múltiplos gigabits por segundo. No entanto, quais são as outras capacidades que essa tecnologia pode proporcionar?

Outro elemento essencial do 5G é a habilidade de lidar com uma ampla quantidade de dispositivos conectados simultaneamente. Com a crescente adoção de dispositivos de IoT, que vão desde smartphones e tablets até eletrodomésticos inteligentes e sensores industriais, o 5G oferece uma maior densidade de usuários por unidade de área. Isso implica que é possível desfrutar de uma conexão estável mesmo em áreas com alta demanda, como estádios lotados ou áreas urbanas movimentadas.

Além disso, o 5G traz notáveis avanços na diminuição da latência, um fator crucial para aplicações que exigem resposta imediata, como jogos em nuvem, realidade virtual e cirurgias remotas. Com o 5G, a latência é substancialmente reduzida, alcançando meros milissegundos. Isso abre oportunidades para uma série de inovações em diversos campos, indo desde o entretenimento até a medicina e a indústria. Imagine uma cirurgia sendo realizada por um médico especializado em um local distante, com a assistência de robôs cirúrgicos altamente precisos, tudo em tempo real. Isso se torna possível com o 5G, que viabiliza uma comunicação instantânea e confiável, mesmo em circunstâncias críticas. Da mesma forma, o 5G está estimulando o desenvolvimento de aplicativos de realidade virtual e aumentada, levando as experiências imersivas a um patamar completamente novo.

Além disso, o 5G desempenha um papel fundamental no avanço de tecnologias emergentes, como veículos autônomos, cidades inteligentes e automação industrial. Com

sua velocidade, capacidade e baixa latência, o 5G estabelece as bases para conectar e controlar uma grande variedade de dispositivos e sistemas de maneira eficaz e segura. Uma nova tecnologia com tantas possibilidades, sem dúvida, também revela um mercado amplo e repleto de oportunidades. A seguir, abordaremos quais países e operadoras estão liderando a implementação e exploração do potencial do 5G.

5. Discussões

A integração do 5G nas cidades inteligentes tem gerado diversas discussões e debates em âmbitos técnicos, sociais e (JIA et al., 2021; QIN, 2021; XIAOYA; ZAIHUI, 2021; MOKHTAR; BIN AHMAD, 2020). Acesso e Equidade Digital: A implantação do 5G levanta questões sobre a acessibilidade universal, como, por exemplo, buscando entender como podemos assegurar a acessibilidade universal no contexto da implantação do 5G, garantindo que todos os cidadãos tenham igualdade de acesso aos serviços e benefícios das cidades inteligentes habilitadas pelo 5G. Assegurando a acessibilidade universal no contexto da implantação do 5G para garantir igualdade de acesso de todos os cidadãos aos serviços e benefícios das cidades inteligentes habilitadas pelo 5G.

- Privacidade e Segurança de Dados: Com a coleta massiva de dados em cidades inteligentes, como garantir a privacidade dos cidadãos. Como evitar o uso indevido ou vazamento de informações sensíveis. Garantindo a privacidade dos cidadãos e prevenindo o uso indevido ou vazamento de informações sensíveis em face da coleta em larga escala de dados em cidades inteligentes. Segundo Kalinka (2022, p.44),

O 5G deve possibilitar a construção de cidades inteligentes, fazendo com que veículos, sistemas de trânsito, sistemas de vigilância e outros se tornem ainda mais automatizados. “Áreas como a da educação, comunicação e saúde vão se beneficiar muito das novas tecnologias, integrando-se ainda mais ao mundo digital”, acrescenta. Morgado lembra que os serviços que já dependiam do uso frequente de dados vão se desenvolver ainda mais, fazendo da conectividade gerada pelo 5G um marco de inclusão no aspecto social.

- Infraestrutura e Investimentos: A expansão do 5G requer investimentos substanciais em infraestrutura. Quais são os desafios financeiros e como financiar esses projetos. Explorando os desafios financeiros e abordando estratégias de financiamento para esses projetos.
- Regulamentação e Normas: A criação de regulamentações adequadas é fundamental para orientar o uso responsável do 5G em cidades inteligentes. Como os governos podem criar regulamentações eficazes sem sufocar a inovação? Segundo Kalinka e Morgado (2022, p.32).

Colocar o 5G em funcionamento no Brasil não é um processo rápido. O acesso a todo o território nacional exige grande quantidade de antenas para distribuir o sinal, já que as ondas de frequência do 5G são menores que as do 4G. E o investimento na instalação de antenas será grande, sendo necessário “quintuplicar o número de antenas” e transpor “um obstáculo: as terras destinadas à agricultura”. É que, para que não falte rede nas regiões rurais, será “preciso que se negocie com agricultores porções de terra para instalar antenas.

Desigualdades Urbanas: O 5G pode agravar as desigualdades urbanas se não for implementado de maneira equitativa. Como garantir que áreas menos privilegiadas não sejam deixadas para trás. Explorando estratégias para evitar que áreas menos privilegiadas sejam negligenciadas.

Sustentabilidade Ambiental: Embora as cidades inteligentes visem à sustentabilidade, a produção e operação das redes 5G têm impactos ambientais. Como mitigar esses impactos e promover a ecoeficiência. Abordando a mitigação dos impactos e o estímulo à ecoeficiência.

Resiliência e Segurança Cibernética: As cidades inteligentes são vulneráveis a ameaças cibernéticas. Como garantir a resiliência dos sistemas e a segurança das infraestruturas

críticas. Discutindo a garantia da resiliência dos sistemas e a segurança das infraestruturas críticas.

6. Conclusões

Em síntese, este artigo contextualizou e explorou os impactos das frequências designadas para o 5G no Brasil, destacando as faixas de 3,5 GHz e 26 GHz como as mais significativas no cenário das comunicações móveis. Com a alocação de faixas de espectro específicas pela Anatel para a implantação do 5G, o Brasil se posiciona na vanguarda das telecomunicações, oferecendo velocidades de transmissão mais elevadas, menor latência e um amplo campo para inovação tecnológica.

No contexto nacional, a faixa de 3,5 GHz é adequada para áreas metropolitanas densamente povoadas, equilibrando alcance e capacidade, enquanto a faixa de 26 GHz oferece velocidades excepcionalmente altas, embora com um alcance geográfico mais restrito. Este artigo se propôs a analisar as características técnicas dessas frequências, examinar o progresso da implantação do 5G no Brasil e investigar as oportunidades e desafios envolvidos. Foram destacadas perspectivas de inovação tecnológica, como a integração de realidade aumentada, Internet das Coisas (IoT) e condução autônoma.

Simultaneamente, foram examinados os obstáculos regulatórios, as demandas de infraestrutura e as preocupações de segurança que acompanham a expansão do 5G no território brasileiro. A ênfase foi dada à necessidade de um ambiente competitivo para garantir que as empresas se interessem pela expansão da banda larga, evitando reforçar desigualdades, particularmente em um contexto em que um plano de universalização da banda larga pode acentuar disparidades. O objetivo central deste trabalho é contribuir para uma compreensão mais abrangente das transformações substanciais que estão moldando o cenário das comunicações móveis no Brasil, tendo em vista um desenvolvimento tecnológico mais equitativo e inclusivo.

Referências

ANATEL. **Presença da Telefonia Móvel - RQUAL**. Disponível em: < <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/infraestrutura/presenca-da-telefoniamovel-rqual>> Acesso em: 07 set. 2023.

ANATEL. **Serviço Móvel - Renda x Velocidade**. Disponível em: < <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/infraestrutura/servico-movel-renda-velocidade>> Acesso em: 07 set. 2023.

FERRO, P. **Tecnologia 5G deve possibilitar a construção de cidades inteligentes**. Disponível em: < <https://jornal.usp.br/atualidades/tecnologia-5g-deve-possibilitar-a-construcao-de-cidades-inteligentes/>> Acesso em: 22 set. 2023.

GASPAR, J. **Tecnologia 5G completa um ano no Brasil com avanço rápido, mas enfrenta problemas em legislações municipais**. Disponível em: < <https://brasil61.com/n/tecnologia-5g-completa-um-ano-no-brasil-com-avanco-rapido-mas-problemas-em-legislacoes-municipais-pind234134>> Acesso em: 16 set. 2023.

IEEE. **O Que a Tecnologia 5G Promete**. Disponível em: < <https://edu.ieee.org/br-ufcgras/o-que-a-tecnologia-5g-promete/>> Acesso em: 06 set. 2023.

LUCENA, A. **Tudo o que você precisa saber sobre o 5G no Brasil**. Disponível em: < <https://olhardigital.com.br/2022/08/07/pro-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-5g-no-brasil/>> Acesso em: 16 set. 2023.

MACHADO, L, F. **A TECNOLOGIA 5G E AS CIDADES INTELIGENTES**. Disponível em: < <https://portal.connectedsmartcities.com.br/2023/02/19/a-tecnologia-5g-e-as-cidades-inteligentes/>> Acesso em: 11 set. 2023.

MASTER. **Smart cities no Brasil: o que é, aplicações e tendências**. Disponível em: < <https://master.org.br/noticias/smart-cities-brasil/>> Acesso em: 08 set. 2023.

TURRIONI, J. B. **METODOLOGIA DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, 2012.

TELECO. **Cobertura 5G**. Disponível em: < https://www.teleco.com.br/5g_cobertura.asp> Acesso em: 11 set. 2023.

VASCONCELOS, E. **Anatel disponibiliza mapa da cobertura 5G nas cidades do País** . Disponível em:<<https://www.telesintese.com.br/anatel-disponibiliza-mapa-da-cobertura-5g-nas-cidades-do-pais/>> Acesso em: 06 set. 2023.