



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO SOCIOECONÔMICO – CSE**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS - CNM**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

**BRENNO ALVES PAIVA DE AGUIAR**

**O 5G na América do Sul:**

uma análise da Intelbras como porta de entrada para a tecnologia no continente

Florianópolis

2023

**Brenno Alves Paiva de Aguiar**

**O 5G na América do Sul: uma análise da Intelbras como porta de entrada para a tecnologia no continente**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Relações Internacionais do Centro Socioeconômico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Relações Internacionais

Orientador: Prof. Dr. Fernando Seabra

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Aguiar, Brenno Alves Paiva de

O 5G na América do Sul : uma análise da Intelbras como porta de entrada para a tecnologia no continente / Brenno Alves Paiva de Aguiar ; orientador, Fernando Seabra, 2023. 96 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Graduação em Relações Internacionais, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Relações Internacionais. 2. 5G. 3. Redes. 4. Negócios Internacionais. 5. Comércio exterior. I. Seabra, Fernando. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Relações Internacionais. III. Título.

Esta monografia foi apresentada como Trabalho de Conclusão do Curso de Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina. A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 8,5 ao aluno Brenno Alves Paiva de Aguiar na disciplina CNM 7280 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

Profº. Drº. Fernando Seabra

Profº. Drº. Luiz Carlos de Carvalho Jr.

Me. Gizelli Alini da Cruz

Certifico que esta é a **versão original e final** do Trabalho de Conclusão de Curso que foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Relações Internacionais por mim e pelos demais membros da banca examinadora.

---

Prof. Dr. Fernando Seabra

Orientador

Florianópolis, 28 de novembro de 2023



*Você ainda não percebeu que é o  
único representante do seu sonho na  
face da terra?*

*E se isso não fizer você correr,  
eu não sei o que vai.*

*Por isso eu vim atrás desse diploma;*

*com a fúria da beleza do sol.*

## AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, minha *alma mater*;

Tantos foram os dias cinzas e nublados que enfrentei no sinuoso caminho que percorri entre suas veredas. Pensei em parar, em fugir, em desistir... hoje eu sei que a sua luz iluminará todos os meus passos enquanto internacionalista e cidadão do mundo. Espero honrá-la.

Professor Seabra, aqui representante do corpo docente, sinta-se contemplado. O profissional que sou e serei muito deve ao senhor, que fez brilhar os olhos de um calouro ao apresentar o mundo dos negócios internacionais. Obrigado.

À **minha família**, que sempre que esteve aqui por mim;

Tudo escrito aqui já foi dito em diversas oportunidades, diretamente às pessoas citadas. De qualquer maneira, me parece importante registrar.

O papel pode até aceitar tudo, mas ele não se esquece de nada.

**Luciane**, você é a maior conquista da minha vida. Em uma sexta-feira de 2017 a cidade das estrelas brilhou só pra mim.

Pra quem vivia de mudanças, *I think i want it to stay*. Você é meu lar.

**Caê e Moisés**, eu não canso de dizer o quanto eu amo vocês. Nunca deixem o mundo roubar as suas essências. Sigam alegres, bondosos e autênticos.

Lembrem sempre de quem são. Lembrem sempre de quem somos.

**Gabriel**, acredite sempre em si mesmo. Você ainda não consegue enxergar o quão incrível, lindo e de bom coração você é, mas um dia você vai ver o que eu vejo. O seu "Imão Bengo" vai estar sempre aqui batalhando por você, mané. Eu te amo.

**Mãezinha**, eu espero um dia poder entregar aos meus filhos e netos um pouco do que você e a vovó me ensinam diariamente sobre amor, dedicação, resiliência e sacrifício. Essa conquista é nossa.

*Nós conseguimos. Nós sobrevivemos. Nós vencemos.*

## RESUMO

Este trabalho se propõe a iluminar, utilizando de abordagem exploratória-descritiva, a progressão da infraestrutura de redes móveis na América do Sul, delineando sua evolução desde as primórdios das redes analógicas até as implementações mais contemporâneas das tecnologias digitais 2G, 3G, 4G e, sobretudo, a quinta geração (5G). O epicentro desta investigação repousa, sobretudo, na instrumentalidade do 5G, discernido como elemento crucial para o avanço tecnológico no referido continente. A análise se desdobra nas possíveis aplicações desta tecnologia, explorando os potenciais desdobramentos nos ecossistemas urbanos e rurais. Então, se incursiona no atual estágio de desenvolvimento do 5G na América do Sul, empreendendo uma análise dos principais agentes no cenário do mercado 5G regional. A partir disso, se discute acerca dos desafios enfrentados na adequação ao mercado sul-americano de 5G, com especial ênfase nas iniciativas da Intelbras para desbravar esse domínio. Então, se incorpora uma abordagem mais aprofundada por meio de uma entrevista semiestruturada, com especialista da área, sobre a percepção e a preparação ante a iminente implantação do 5G, essa entrevista consegue reforçar e complementar vários pontos já apresentados, assim como incrementar alguns pontos novos e de extrema relevância ao conferir uma porção de pragmaticidade à análise. Portanto, ao final tem-se como conclusão de que a contemporaneidade da conjuntura social evidencia uma interligação crescente e uma incessante evolução tecnológica nos meios de comunicação. Contudo, mesmo sendo acelerada por parcerias estratégicas, a implementação bem-sucedida de serviços 5G na América do Sul enfrenta ainda assim desafios multifacetados. Os investimentos em infraestrutura, pessoal e desenvolvimento tecnológico atestam o comprometimento da Intelbras em liderar a revolução 5G no continente sul-americano, sublinhando a visão compartilhada de ampliar a conectividade em regiões ainda desprovidas, delineando um marco crucial no panorama das telecomunicações sul-americanas, onde atores vêm convergindo para desempenhar um papel proeminente no futuro da região.

**Palavras-chave:** 5G, América do Sul, Redes Móveis, Intelbras, Internacionalização



## ABSTRACT

This work aims to shed light, employing an exploratory-descriptive approach, on the progression of mobile network infrastructure in South America, delineating its evolution from the early days of analog networks to the most contemporary implementations of digital technologies such as 2G, 3G, 4G, and notably, the fifth generation (5G). The focal point of this investigation lies primarily in the instrumentality of 5G, discerned as a crucial element for technological advancement in the aforementioned continent. The analysis unfolds into the potential applications of this technology, exploring possible ramifications in urban and rural ecosystems. Subsequently, it delves into the current stage of 5G development in South America, undertaking an analysis of the key players in the regional 5G market scenario. Following this, the discussion revolves around the challenges faced in adapting to the South American 5G market, with a particular emphasis on Intelbras' initiatives to navigate this domain. A more in-depth approach is then incorporated through a semi-structured interview with an industry expert, examining perceptions and preparedness for the imminent implementation of 5G. This interview serves to reinforce and complement various points already presented while introducing some new and highly relevant aspects. By conferring a degree of pragmatism to the analysis, the semi-structured interview also imparts valuable multidimensionality and applicability. Therefore, in conclusion, it is evident that the contemporaneity of the social context reveals a growing interconnection and an incessant technological evolution in the realm of communication. However, even propelled by strategic partnerships, the successful implementation of 5G services in South America still faces multifaceted challenges. Investments in infrastructure, personnel, and technological development attest to Intelbras' commitment to lead the 5G revolution on the continent, emphasizing the shared vision of expanding connectivity in underserved regions and delineating a crucial milestone in the panorama of South American telecommunications, where stakeholders are converging to play a prominent role in the region's future.

**Keywords:** 5G, South America, Mobile Networks, Intelbras, Internationalization

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - A evolução dos modelos celulares ao longo do tempo.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2 - Evolução da telefonia móvel.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3 - A evolução das redes de dados móveis .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 4 - Tipologia de tomadas.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Geração de Tecnologia.....</b>	<b>20</b>
--	-----------

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1 - Focos de cobertura 5G no Continente Sul-americano.....</b>	<b>39</b>
<b>Mapa 2 - Número de pontos 5G nas principais regiões metropolitanas da América do Sul.....</b>	<b>40</b>
<b>Mapa 3 - Focos de cobertura 5G nos Estados Unidos.....</b>	<b>41</b>
<b>Mapa 4 - Focos de cobertura 5G no Continente Europeu.....</b>	<b>42</b>
<b>Mapa 5 - Cobertura de 5G no Continente Europeu.....</b>	<b>43</b>
<b>Mapa 6 - Focos de cobertura 5G na Região do Japão e da Coreia.....</b>	<b>44</b>
<b>Mapa 7 - Focos de cobertura 5G no mundo.....</b>	<b>46</b>

<b>1. Introdução.....</b>	<b>11</b>
<b>2. A história da rede móvel na América do Sul: das redes analógicas até a implementação das redes 2G, 3G, 4G e 5G.....</b>	<b>16</b>
2.1. A cooperação em ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento... 27	
2.2 O 5G como ferramenta de evolução tecnológica: possíveis aplicações e efeitos nos meios urbanos e rurais do continente sul-americano.....	32
<b>3. O estado atual de desenvolvimento do 5G na América do Sul.....</b>	<b>39</b>
3.1. Uma análise dos principais atores do mercado 5G.....	50
<b>4. Os principais desafios enfrentados no atendimento ao mercado sul-americano de 5G.....</b>	<b>57</b>
4.1. A Intelbras e suas ações para abertura do mercado de 5G.....	65
4.2 Análise da entrevista semiestruturada.....	69
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>73</b>
<b>6. Anexo 1 - Entrevista semiestruturada.....</b>	<b>79</b>
<b>7. Referências.....</b>	<b>87</b>

## 1. Introdução

O mundo contemporâneo vem se apresentando cada vez mais intrinsecamente conectado e em constante evolução tecnológica. Graças aos avanços dos meios tecnológicos modernos e dos meios de comunicação das últimas décadas, o planeta tem se tornado uma rede global de interações entre pessoas, empresas e governos das mais diversas naturezas e localidades. O grande arsenal de instrumentos tecnológicos disponíveis para comunicação - nacional ou internacional - aumenta e adapta-se diariamente para melhor servir as nações ao redor do mundo e dar mais complexidade e segurança dentro do universo online. Neste mundo interconectado, a distância geográfica perdeu grande parte de sua relevância e saiu do escopo de ser um fator adverso, ao mesmo passo em que as trocas de dados, relações e recursos obtiveram cunho instantâneo e onipresente. A interconectividade que a internet proporciona atualmente para a população ao redor do globo tem moldado por anos o cotidiano das pessoas, a economia em que elas estão inseridas, a expressão cultural de cada país e também a sociedade de maneiras profundas e multifacetadas. A interatividade possibilitada pela conexão online abre, cada vez mais, novas oportunidades e novos desafios ao direcionar a população para um futuro super interligado.

A tecnologia 5G - a quinta geração de comunicações móveis - representa um avanço significativo na evolução das redes de comunicação sem fio e está no centro da transformação digital do século XXI, à medida que tem tornado-se rapidamente uma realidade cada vez mais presente e necessária, tanto como serviço disponível para a população, como serviço de atendimento de grandes empresas e instituições públicas. Esse caso não é exceção quando olhamos o cenário do continente sul-americano, o analisar o continente - o qual abrange simultaneamente diferentes realidades econômicas emergentes e em desenvolvimento - a implementação da tecnologia de nova geração de redes de dados possui o potencial de impulsionar a inovação para além das fronteiras das grandes cidades, estimular o crescimento econômico entre os países, incentivar a transformação digital nos mais diversos setores de mercado e promover trocas tecnológicas em um âmbito internacional globalizado. Tem ainda o potencial de desencadear oportunidades sem precedentes ao mesmo tempo que cria desafios

significativos tanto do ponto de vista tecnológico quanto societal (BAIYERE et al., 2020)

O foco da pesquisa se dará na exploração da evolução das redes móveis no continente sul-americano, com atenção especial no desenvolvimento do 5G entre 2019 e 2023, tendo uma lente mais focada na empresa Intelbras, como sendo a única empresa do continente a produzir módulos 5G para dispositivos móveis FWA - *Fixed Wireless Access* (acesso fixo sem fio). A metodologia girará em torno de revisão de bibliografia especializada, conforme preconizado por Noronha e Ferreira (2000), este método caracteriza-se por uma análise minuciosa da produção bibliográfica pertencente a uma área temática delimitada, em um determinado período temporal. Tal abordagem propicia a obtenção de uma perspectiva abrangente acerca de um tópico específico, revelando, assim, novas concepções e contribuindo para a ampliação do panorama intelectual. Além disso, será realizada análise em entrevista semiestruturada com um profissional considerado autoridade na área de estudo, visando gerar uma análise exploratória descritiva. A principal problemática gira em torno de identificar os desafios presentes no decorrer do processo de aplicação da tecnologia, e a partir disso, entender como o mercado vem atuando para superá-los. Como objetivo geral, se buscará entender a dinâmica regional frente aos desafios e as possíveis semelhanças e diferenças entre os países sul-americanos.

Especificamente, será estudada a implementação do 5G e o envolvimento de questões regulatórias complexas, como atribuição de espectros, leis de telecomunicações, homologações, certificações e políticas governamentais. Também há a intenção de iluminar sobre os principais impactos estruturais que influenciam a transição para o 5G, tecnologia que requer uma infraestrutura de rede adequada, incluindo torres de comunicação, cabos de fibra óptica e equipamentos de transmissão. A 4G, por sua vez já trazia desafios, visto que à medida que a demanda por dados de alta velocidade e conectividade contínua aumentou, o desenvolvimento das redes 4G exigiu abordagens inovadoras para o direcionamento do tráfego sem fio, levando ao surgimento de soluções de orquestração de redes (WIECEK, 2021). Assim sendo, sem dúvidas o 5G traria seus próprios desafios técnicos, financeiros e sociais.

Assim, será também examinado o estado atual da infraestrutura na região e como o mercado vem trabalhando para superar possíveis deficiências e expandir sua cobertura. Ainda, sobre a lente das Relações Internacionais sobre os países sul-americanos, é importante compreender quais são os possíveis impactos econômicos e sociais do lançamento e da popularização da tecnologia 5G no continente, e assim, por último, compreender o processo de aceitação e conscientização quanto à adoção do 5G, seus benefícios e oportunidades.

O campo de telecomunicações no continente sul-americano e seu progresso nos últimos anos tornou-se uma importante máquina em prol do desenvolvimento econômico e social, na qual a sua expansão possibilitou a criação e estruturação de diversos aplicativos, serviços e conteúdo digital disponível para a população e empresas, tendo como grande consequência a criação de novas formas de empregos e o crescimento de setores que foram fortemente influenciados por tal crescimento, como o comércio eletrônico, marketing e publicidade empresariais, influenciadores digitais e outros. Nesse contexto, empresas de tecnologia têm se destacado como ponto-chave na introdução de novas ferramentas no continente sul-americano, principalmente na consolidação de novos meios de comunicação, segurança eletrônica e revolução digital.

Nas áreas de educação e ensino também é factível notar o impacto que o crescimento e estruturação das redes de comunicações obtiveram ao longo dos anos, ao facilitar e permitir o acesso a recursos educacionais online - tanto a nível superior de ensino, como faculdades de graduação e pós-graduação com metodologias e aulas online, como a níveis básicos de ensino, como colégios e instituições escolares. No entanto, a relação entre ciência e tecnologia não é unívoca, e ambas coevoluem. Por exemplo, o desenvolvimento do microscópio eletrônico possibilitou a exploração da estrutura de tecidos em um nível de detalhe nunca antes observado, contribuindo para novos avanços nas ciências biológicas. (UNCTAD, 2023).

Ainda, é possível perceber um grande benefício da expansão e disposição das redes móveis de telecomunicações na esfera de acessibilidade e inclusão social,



ao permitir uma maior democratização ao acesso de conteúdos online por parte da população considerada remota, seja essa presente em áreas rurais ou isoladas, e por pessoas com recursos limitados, oportunizando a sua participação na economia e sociedade digital. Além disso, serviços financeiros e serviços de saúde também foram acentuadamente afetados, ao passo que houve a popularização e facilitação de aplicativos bancários, transferências de dinheiro e pagamentos móveis, acesso a telemedicina e aplicativos de saúde. A presença de uma rede móvel complexa e capaz de suprir a sua demanda tende a adicionar à qualidade de vida da população dos países sul-americanos reduzindo a exclusão digital presente historicamente.

Os primeiros sistemas de telefonia móvel surgiram nas décadas de 1970 e 1980, com o 1G e o 2G, permitindo a realização de chamadas de voz básicas e o envio de apenas mensagens de texto simples entre seus usuários. Posteriormente, com o aumento da demanda e da complexidade das trocas de dados e informações entre instituições governamentais e empresariais públicas e privadas, os meios tecnológicos e científicos evoluíram para o 3G e o 4G, os quais foram introduzidos à sociedade e logo popularizados, e ainda encontram-se presentes e indispensáveis na atualidade - propiciando assim o acesso à internet em alta velocidade e serviços de dados móveis mais avançados e em localidades cada vez mais remotas e isoladas.

A necessidade de uma maior largura de banda, menor latência e maior capacidade para suportar a crescente demanda por serviços como *streaming* de vídeo, Internet das Coisas (IoT) e veículos autônomos culmina então no desenvolvimento da tecnologia 5G no mundo. Esta tecnologia representa um salto expressivo ao promover velocidades de internet móvel até cem vezes mais rápidas que o 4G, latência ultrabaixa e a capacidade de conectar milhões de dispositivos de maneira simultânea. Tais características prometem revolucionar a forma como as pessoas se comunicam, como as empresas estruturam as suas operações diárias - seja de maneira interna ou com seus respectivos fornecedores e clientes - e como a sociedade funciona como um todo.

Ao requerer um investimento significativo em infraestrutura e capacitação, a implementação do 5G necessita de fortes atores regionais e globais para atuarem

como porta de entrada da nova tecnologia no mercado, operando em alto nível de coordenação entre os diferentes fatores envolvidos na cadeia de comunicação. Logo, analisar as operações de uma empresa sólida no mercado brasileiro de tecnologia dentro do processo de efetivação da tecnologia na América do Sul como a Intelbras nos permite compreender de maneira clara os desafios e as ações de uma empresa especializada no assunto.

Sendo uma das maiores e principais empresas de tecnologia, telecomunicações e segurança eletrônica presentes na América do Sul, a Intelbras se credencia para fornecer soluções inovadoras e de infraestrutura de rede confiável para a implementação do 5G, não apenas dentro das fronteiras nacionais como nos demais países do continente sul-americano. Com presença estabelecida em diversos mercados internacionais da região, a empresa vem buscando atuar como uma porta de entrada para a tecnologia do 5G na América do Sul, ao desenvolver produtos voltados para o mercado regional, tanto de atendimento ao público quanto de atendimento a outras empresas.

Ao todo, embora a Intelbras esteja desempenhando um papel importante no mercado nacional e internacional da tecnologia 5G no continente sul-americano, existem desafios a serem superados no decorrer da estruturação da rede móvel, como, por exemplo, questões técnico-regulatórias, espectros de frequências da tecnologia e da rede corrente, licenças de operação entre os países e empresas, e também a adaptação dos produtos aos mercados regionais. Logo, é essencial que as operações de implementação da tecnologia 5G visem garantir a segurança e a privacidade dos dados presentes na rede móvel, bem como promover a inclusão tecnológica por toda a cadeia a fim de evitar a criação de uma lacuna digital ainda maior na sociedade sul-americana, por meio medidas que permitam uma implantação eficiente do 5G por toda a região.

## **2. A história da rede móvel na América do Sul: das redes analógicas até a implementação das redes 2G, 3G, 4G e 5G.**

O surgimento e estruturação de redes analógicas ao longo do século XX em todo o mundo desempenharam um papel vital no desenvolvimento das tecnologias de comunicação que testemunhamos hoje. A transição de redes analógicas para digitais impactou significativamente vários setores da sociedade, incluindo telecomunicações, educação, saúde e cultura. A evolução da telefonia celular, passando de analógica para digital, permitiu que milhões de pessoas ao redor do mundo se conectassem, independente do seu lugar no mundo, incorporando novas tecnologias e produtos em prol de uma maior conectividade e integração. Antes da era digital, as transmissões de voz e as trocas de dados eram realizadas principalmente por meio de sinais analógicos, como rádios e linhas telefônicas, as quais possuíam grandes limitações de alcance, capacidade e até de qualidade da rede em si, conforme apontado por Moreno (2013).

À medida que as comunicações avançaram, as redes analógicas se expandiram por grande parte dos países. O uso de cabos submarinos e satélites eram comuns com o objetivo de conectar diferentes partes das nações e dos continentes, transmitindo sinais de voz e dados de maneira analógica. Essas redes enfrentaram inúmeras adversidades ao longo dos anos, como degradação do sinal em longas distâncias e susceptibilidade a interferências ao longo das cadeias de comunicação. O significativo avanço da computação móvel, conforme destacado por Kumar et al. (2010), representa uma notável evolução ao viabilizar o acesso em tempo real a dados em ambientes geograficamente distantes, ampliando significativamente a mobilidade. Os sistemas de comunicações móveis, por sua vez, promoveram uma revolução na interação entre as pessoas, ampliando de maneira inovadora os domínios da comunicação e mobilidade.

A transição para redes digitais trouxe consigo avanços significativos para a sociedade, incluindo maior capacidade de transmissão, melhoria na qualidade do sinal e a capacidade de transmitir dados multimídia de maneira mais eficaz, impactando as esferas sociais, governamentais e empresariais. Embora as redes analógicas tenham sido instrumentais em sua época, a era digital trouxe inovações

que transformaram fundamentalmente a maneira como nos comunicamos e compartilhamos informações, nacional e internacionalmente.

A aplicação das tecnologias da informação móveis e sem fio traz consigo vários elementos de mobilidade para o ambiente empresarial, incluindo a liberdade de movimento, conveniência, conectividade instantânea, personalização e acessibilidade. A ideia de ubiquidade enfatiza a acessibilidade, permitindo que as pessoas acessem redes a qualquer momento e de qualquer lugar, tornando-se, por sua vez, acessíveis a qualquer hora e em qualquer lugar. Isso tem como objetivo proporcionar aos usuários uma interação mais ampla com o mundo digital, em qualquer momento e utilizando qualquer dispositivo móvel (Junglas & Watson, 2006).

A saga da implementação da rede móvel na América do Sul se revela como uma epopeia intrincada de transformação tecnológica e desenvolvimento socioeconômico, traçando uma narrativa que se desenrola ao longo de várias décadas, enquanto sutilmente tece o tecido da forma como as nações latinas se comunicam e exploram as fronteiras da tecnologia, dentro e fora de seu próprio território. Este vasto continente, caracterizado por sua diversidade marcante, apresenta obstáculos ímpares e oportunidades estimulantes, as quais são cruciais para o florescimento das telecomunicações móveis por empresas nacionais e estrangeiras nos últimos anos.

O continente sul-americano, com sua vasta heterogeneidade geográfica e demográfica, apresentou contratempos dentro do desenvolvimento das telecomunicações móveis no passado, tanto nos meios urbanos - como nas grandes metrópoles tais quais São Paulo, Buenos Aires, Cidade do México, Santiago e Bogotá - como nos meios rurais e no mercado agrícola. Desde o início das primeiras incursões nesse campo até os avanços tecnológicos mais recentes, a evolução da rede móvel na América do Sul tem sido notável, contudo, mais lenta que em outros continentes. A implementação teve seu início no continente sul-americano majoritariamente nas décadas de 1980 e 1990. No Brasil, por exemplo, o primeiro serviço de telefonia celular surgiu em meados da década de 90.

A maioria desses aparelhos era de contas mensais e não havia muitas funcionalidades. No Brasil, os primeiros prefixos para celulares foram 9982, no Rio de Janeiro. A reportagem da revista *Veja* “Turma do 9982” (22/08/2012) relembra que as primeiras linhas chegavam a custar 20 mil dólares; assim, somente pessoas com elevado prestígio social eram portadoras dos telefones móveis. Um levantamento feito para este dossiê analisou 175 edições da revista *Veja* por meio do acervo digital da revista, entre 1990 e 1999, a fim de verificar a entrada do celular no Brasil. A primeira propaganda impressa veiculada na revista sobre o celular foi da marca Motorola, na edição de 02/12/1992. A propaganda destaca os investimentos de 1 bilhão de dólares anuais em tecnologia e faz referência que, no ano de 1969, quando o homem foi à Lua, a transmissão das comunicações foi feita pela empresa Motorola. Antes disso, em 25/12/91, o Banco Meridional estampava a eficiência dos serviços com uma mulher em um carro falando ao telefone. No anúncio, destaca-se a referência às aparências e ao bom atendimento. Essa seria, portanto, a primeira aparição do celular em forma de propaganda, embora não seja de forma direta, feita por fabricantes ou operadoras. (Dutra, 2016, p. 104)

Na Argentina, tal serviço teve início no ano de 1994, através de leilões de licença, mesmo ano em que o governo colombiano também realizava seu primeiro grande leilão de telefonia móvel. Em comparação, países do hemisfério norte deram início em tal processo anos antes, nos Estados Unidos, a primeira ligação telefônica entre dois celulares foi realizada em 1973, por Martin Cooper, engenheiro da Motorola (FENERICK, 2017).

Em regiões rurais e nos mercados agrícolas, tanto em território brasileiro como nos demais países da América do Sul, a rede móvel desempenhou um papel vital na superação de barreiras geográficas, proporcionando conectividade e oportunidades que antes eram impensáveis para o agronegócio e suas ramificações. A liberalização das telecomunicações na região, como analisado por Gutiérrez e Berg (2000), exerceu uma função crucial no desenvolvimento das redes móveis no continente sul-americano. Fatores institucionais e governamentais dos países latinos nas décadas de 1980 e 1990 tiveram um impacto significativo e positivo na implantação de linhas telefônicas, à medida que os países sul-americanos fortaleceram os seus sistemas políticos, tornaram-se mais integrados na economia mundial e pareceram mais atraentes para os investidores estrangeiros, com um

aumento paralelo no investimento em telecomunicações na região (GUTIÉRREZ & BERG, 2000).

Desde os primórdios das primeiras incursões nesse campo inovador até os avanços tecnológicos mais recentes, a trajetória da rede móvel na América do Sul se destaca pela sua notável evolução. Esse passo deliberado revela não apenas as objeções logísticas e infraestruturais enfrentadas, mas também a importância de uma abordagem cuidadosa para garantir que os benefícios da tecnologia alcancem todos os estratos da sociedade sul-americana. Assim, a rede móvel na América do Sul emerge não apenas como uma história de avanços tecnológicos, mas também como um capítulo fascinante na jornada do continente sul-americano em direção a uma conectividade mais ampla e inclusiva entre si e entre os demais países do mundo. Este relato abrangente e multifacetado destaca não apenas os triunfos da tecnologia, mas também as nuances culturais, econômicas e políticas que permeiam essa história em constante evolução.

A narrativa da evolução da rede de telecomunicações na América do Sul se entrelaça com o surgimento inicial dos dispositivos móveis no cenário global. Contudo, foi somente uma década depois, nos anos 1980, que essa inovação tecnológica começou a se materializar no mercado. O advento dessa tecnologia revolucionária de comunicação marcou não apenas o surgimento do dispositivo portátil, mas também o início de uma longa transformação na maneira das pessoas se comunicarem.

Os chamados DynaTAC, produzidos pela empresa de 1984 a 1994, pesavam 785 gramas e mediam cerca de 24 centímetros. Mas foi apenas na década de 1990 que os telefones celulares avançaram no Brasil como bens de consumo. Com o valor de compra das primeiras linhas em torno de 20 mil dólares, ainda era uma tecnologia conveniente a pessoas de maior poder aquisitivo e com a publicidade estimulada pelo mundo empresarial (FENERICK, 2017, p. 52)

As primeiras redes móveis presentes na América do Sul foram baseadas em tecnologias analógicas, como o sistema AMPS (Advanced Mobile Phone System)<sup>1</sup>. Estes sistemas permitiram a realização de chamadas de voz sem fio, mas tinham limitações em termos de qualidade de chamada e capacidade de comunicação. No entanto, é importante notar que as redes móveis na América do Sul começaram a ser implementadas em diferentes países em momentos diferentes, dependendo das políticas de telecomunicações e dos regulamentos governamentais específicos.

À medida que a tecnologia avançou, a América do Sul acompanhou a transição para os sistemas digitais, como o GSM (Global System for Mobile Communications)<sup>2</sup> e CDMA (Code Division Multiple Access)<sup>3</sup>. Isso trouxe melhorias significativas em qualidade de chamada e capacidade de rede. A expansão das redes 2G (segunda geração) permitiu que mais pessoas tivessem acesso aos serviços de telefonia móvel. A transformação para sistemas digitais, como GSM e CDMA, tornou-se um catalisador não apenas para a conectividade avançada, mas também para o progresso socioeconômico. A infraestrutura de telecomunicações mais robusta não só melhorou a comunicação entre indivíduos, mas também serviu como alicerce para o crescimento de setores como o agronegócio, comércio, saúde e educação, impactando positivamente várias esferas da vida cotidiana.

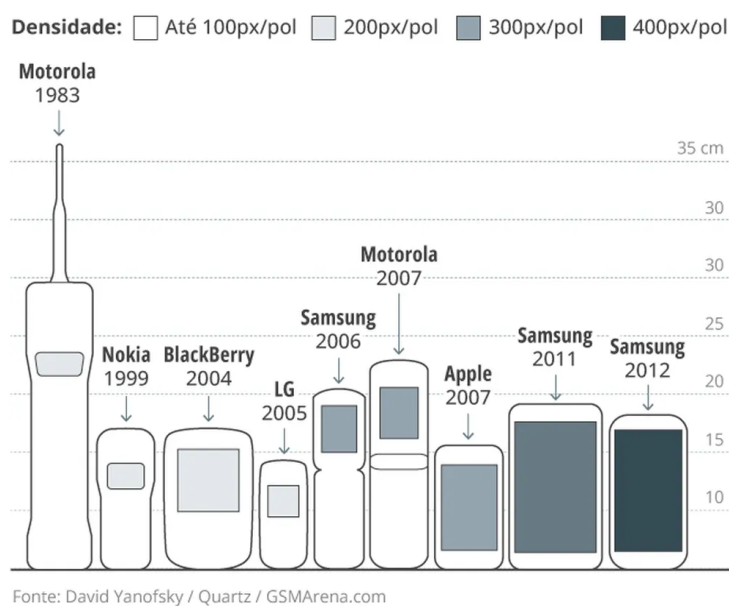
---

<sup>1</sup> Sigla em inglês para Advanced Mobile Phone System (Sistema de Telefonia Móvel Avançado): Padrão analógico para telefonia móvel, em que cada assinante ocupa um par de canais de radiofrequência, um para transmissão e o outro para recepção.

<sup>2</sup> GSM – sigla para Global System for Mobile Communications – é uma tecnologia móvel e o padrão mais popular para telefones celulares do mundo, adotado em mais de 200 países. O Sistema Global para Comunicações Móveis, também conhecido como 2G, foi o responsável pela padronização das redes de telefonia móvel.

<sup>3</sup> CDMA: Acesso Múltiplo por Divisão de Código é um método de acesso a canais em sistemas de comunicação. É utilizado tanto para a telefonia celular quanto para o rastreamento via satélite (GPS).

Figura 1 - A evolução dos modelos celulares ao longo do tempo



Fonte: David Yanofsky

No entanto, a maior transformação ocorreu com a chegada das redes 3G e 4G no continente sul-americano - terceira e quarta geração de dados móveis. O desenvolvimento das redes 4G marcou um avanço significativo na tecnologia de comunicação, abrindo caminho para uma conectividade sem fio mais rápida, mais eficiente e com maior capacidade de troca de informações e dados de maneira simultânea.

Quadro 1 - Quadro comparativo das características entre as tecnologias 1G, 2G e 3G

Geração da Tecnologia	Região ou país de origem	Ano	Características	Tecnologia de rádio
1G (Analogico)	Escandinávia	1981	Voz	FDMA
2G (Digital)	Europa	1992	Voz e dados (até 9,6 Kb/s)	TDMA + CDMA
3G (Digital)	Japão	2001	Voz e dados (até 2 Mb/s)	CDMA + TDMA

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Amorin et al.(2006)

Inicialmente introduzidas em dezembro de 2009 e comercializadas aproximadamente três anos depois, as redes 4G rapidamente ganharam destaque como sucessoras dos sistemas de comunicação móvel anteriores. A difusão de aplicativos móveis nas redes sociais desempenhou um papel substancial na



proliferação e adoção das redes 4G, à medida que os usuários aproveitavam as interações sociais para propagar e adotar novas tecnologias móveis. O crescimento e os desafios enfrentados pelas redes 4G também foram explorados, lançando luz sobre as principais características, vantagens e possíveis direções futuras da quarta geração de redes móveis, destacando sua importância no cenário das comunicações sem fio. Isso não apenas impulsionou o crescimento das operadoras de telefonia móvel, mas também teve um impacto profundo em diversos setores, como comércio eletrônico, educação e saúde pelo continente sul-americano. A transformação e progresso em curso impuseram às operadoras de telefonia móvel a necessidade de atualizar suas infraestruturas de rede, visando a expansão da capacidade de tráfego de dados e assegurando a prestação de serviços de alta qualidade aos seus usuários (Shin; Choo; Beom, 2011).

A capacidade de acessar a internet móvel tornou-se um equalizador de oportunidades, permitindo que as pessoas em áreas rurais ou desfavorecidas se conectassem ao mundo digital. Segundo a organização 5G Americas (2020), até junho de 2019, haviam 701 milhões de linhas móveis, das quais 84% tinham capacidade de acesso à banda larga móvel. A organização projeta que os usuários de smartphones aumentarão em 73 milhões até 2024, ultrapassando os 565 milhões. Esse crescimento estimulou o desenvolvimento das conexões LTE<sup>4</sup>, que aumentarão de cerca de 258 milhões no final de 2018 para mais de 504 milhões em 2022. Naturalmente, é importante observar que a América do Sul enfrenta uma enorme heterogeneidade infraestrutural, onde coexistem tecnologias 2G e 3G, juntamente com o 4G, que continua a receber investimentos governamentais e de iniciativa privada.

A transição das redes 4G para as redes 5G - cenário presente nos dias de hoje no continente sul-americano - representa um salto significativo na tecnologia de comunicação móvel, impulsionado pela necessidade de aumentar a capacidade do canal, taxas de transmissão de dados mais altas, redução da latência de ponta a ponta, hiperconectividade, eficiência de custos e aprimoramento da experiência de

---

<sup>4</sup> Rede LTE é o acrônimo utilizado para Long Term Evolution, nome dado ao padrão de comunicação da quarta geração (4G). A quarta geração da tecnologia móvel representou 29% das conexões do mercado no ano de 2017, e a estimativa é que alcance 53% até 2025, segundo a pesquisa GSMA Mobile Economy 2018.

navegação do usuário. A evolução das redes sem fio, especialmente com o advento do 5G, destaca a incorporação de rádios cognitivos e detecção de espectro como elementos fundamentais no desenvolvimento de novas aplicações sem fio. A tecnologia então desenvolvida para as redes 5G contribui significativamente para a redução da latência em redes móveis por meio do uso de novas bandas de frequência de ondas milimétricas, utilização inteligente de espectro e redefinição dos núcleos de rede. Estima-se que a tecnologia 5G evoluirá para se tornar uma solução inteligente, habilitando a interconexão global sem restrições (Sahoo; Hota; Barik; 2014). Consoante às observações de Sharma (2013), as tecnologias 5G incorporam uma ampla gama de funcionalidades avançadas, consolidando sua posição como a tecnologia móvel mais robusta e altamente requisitada em um futuro iminente.

No entanto, desafios relacionados à implementação do 5G foram identificados, incluindo a viabilidade econômica para provedores de serviços e a necessidade de arquiteturas específicas para suportar comunicações industriais (KHALIL et al., 2017). Contudo, a arquitetura da rede 5G foi exatamente projetada para lidar eficientemente com diversos requisitos de tráfego resultantes de uma variedade de serviços heterogêneos e suspensos, abordando assim dificuldades significativas associadas à implementação de serviços complexos previstos para as redes 5G. Estima-se que a implantação das redes 5G suscite a criação de mecanismos que permitam a melhoria do uso do espectro, alinhando-se à crescente demanda por recursos de rede (GUIMARÃES & BORDIM, 2019). Além disso, a rede 5G não é apenas uma evolução das redes de dados, mas também um sistema com inúmeras funcionalidades e novos serviços capazes de aprimorar a transmissão de informações e suportar altas demandas por recursos de rede.

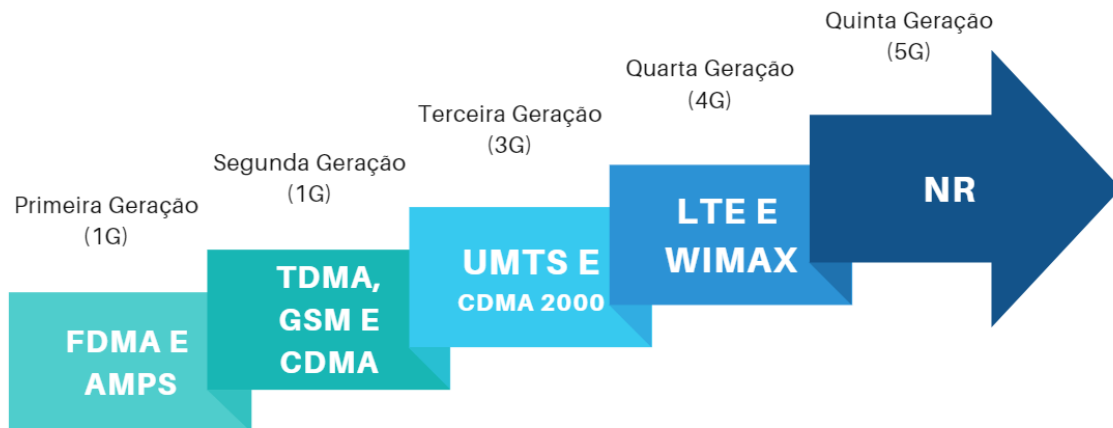
Essa tecnologia de última geração promete uma conectividade ainda mais rápida e confiável, além de habilitar avanços significativos em campos como a Internet das Coisas (IoT)<sup>5</sup> e automação industrial. Além disso, a implementação da tecnologia 5G está sendo acompanhada de perto por governos, empresas e

---

<sup>5</sup> O termo IoT, ou Internet das Coisas, refere-se à rede coletiva de dispositivos conectados e à tecnologia que facilita a comunicação entre os dispositivos e a nuvem, bem como entre os próprios dispositivos, empresariais ou de cunho pessoal.

comunidades que reconhecem seu potencial para impulsionar a inovação e o crescimento sócio-econômico pelo continente sul-americano.

Figura 2 - Evolução da Telefonia Móvel



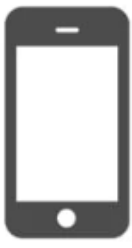




Fonte: Elaborado pelo autor

A história da rede móvel continental também está entrelaçada com a expansão das operadoras de telefonia móvel multinacionais e o surgimento de competidores locais. Esse cenário competitivo impulsionou a melhoria dos serviços e a redução dos preços, beneficiando os consumidores. Além disso, as políticas governamentais desempenharam um papel crucial na regulamentação do setor, na alocação de espectro de frequência e na promoção da inclusão digital dentro das esferas sociais e comerciais.

Abaixo nota-se a evolução dos equipamentos de comunicação durante os anos e os avanços que a rede de telecomunicações enfrentou.

Figura 3 - A evolução das redes de dados móveis

1982	1992	2001	2012	2020
<b>1G</b>	<b>2G</b>	<b>3G</b>	<b>4G</b>	<b>5G</b>
				
<b>2.4 kbps</b>	<b>64 kbps</b>	<b>2000 kbps</b>	<b>10000 kbps</b>	<b>1000000 kbps (1GB/s)</b>
<b>Voz</b>	<b>Texto</b>	<b>Internet</b>	<b>Vídeo</b>	<b>Internet das coisas</b>

Fonte: Página WK JobHub na internet

Além disso, avanços tecnológicos têm possibilitado a avaliação e melhoria da cobertura das redes móveis. Röpke (2022) propõe uma metodologia automatizada para descrever e avaliar a cobertura do sinal de rede móvel em rodovias. Este trabalho demonstra a importância dos avanços tecnológicos na avaliação e aprimoramento da qualidade dos serviços de rede móvel, o que é relevante para o desenvolvimento histórico das redes. No entanto, os desafios persistem. A América do Sul enfrenta disparidades significativas na penetração da telefonia móvel, com áreas remotas e populações marginalizadas ainda enfrentando dificuldades de acesso. Além disso, questões de segurança cibernética e privacidade de dados estão ganhando destaque à medida que a região se torna mais dependente da conectividade digital, tanto dentro das agendas governamentais como também ganharam espaço nas pautas empresariais dos maiores atores comerciais.

Desde os primórdios da telefonia móvel até a iminente era do 5G, as redes móveis transformaram a maneira como as pessoas se comunicam, trabalham e interagem entre si e com o mundo. O futuro promissor da conectividade móvel dentro do continente sul-americano oferece oportunidades para o crescimento econômico das nações, promove diariamente a inovação tecnológica das empresas e de seus produtos e fomenta a inclusão digital e social, ao passo que são abordados os desafios persistentes e as preocupações com a segurança e a privacidade.

## **2.1. A cooperação em ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento.**

Ao observarmos evoluções tecnológicas de grande escala, um ponto importante que surge é a aplicação de estratégias de cooperação entre os mais diversos atores. A ciência, a tecnologia e a inovação oferecem soluções transformadoras que podem acelerar o progresso em direção a um mundo inclusivo, sustentável e resiliente. A cooperação global nesses setores é mais essencial do que nunca para colocar o mundo em um caminho de desenvolvimento inclusivo e sustentável, contribuindo para reduzir a disparidade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (UNCTAD, 2023).

Contudo, as oportunidades e benefícios trazidos pelo avanço tecnológico não são distribuídos igualmente, com a maioria deles sendo capturados pelos países desenvolvidos, como refletido pela concentração significativa de criação de conhecimento em termos de patentes e publicações científicas. Os países em desenvolvimento devem agir para aprimorar suas capacidades em CT&I<sup>6</sup> e posicionar-se estrategicamente para aproveitar as oportunidades tecnológicas atuais e futuras. No entanto, o sucesso das políticas nacionais também depende da cooperação global, e a comunidade internacional desempenha um papel crucial ao apoiar os países em desenvolvimento no fortalecimento de suas capacidades nacionais em CT&I e facilitar sua participação em redes globais de ciência e tecnologia, que atualmente são dominadas por algumas organizações fortemente interconectadas (Ribeiro et al., 2018).

Dentro dos pontos que formam CT&I, é útil distinguir P&D<sup>7</sup> e setores de Inovação. O primeiro pode ser mapeado no conceito de invenção, que é o resultado de processos econômicos e sociais distintos em relação à inovação (Schumpeter, 1939). Ou seja, o processo de inovação é conectado ao desenvolvimento, contudo é dependente de outros fatores que também influenciam o processo, mesmo estando de fora dos centros de desenvolvimento. A pesquisa básica frequentemente estabelece o alicerce para futuras aplicações técnicas. Por exemplo, a teoria da

---

<sup>6</sup> Ciência, tecnologia e inovação.

<sup>7</sup> Pesquisa e desenvolvimento. Setor de engenharia e produção de ciência.

relatividade resultou no desenvolvimento do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Financiamento e expertise são os dois principais desafios para os setores de P&D. Por essa razão, entre os atores privados, são as grandes empresas e as firmas altamente especializadas em alta tecnologia que tradicionalmente investem em P&D. O setor privado geralmente concentra seus esforços em pesquisa aplicada, com o objetivo de criar produtos e serviços lucrativos com base em conhecimento específico da indústria. Por outro lado, a pesquisa básica, sem aplicações comerciais imediatas, é majoritariamente financiada por governos e conduzida principalmente por universidades e instituições de pesquisa. (UNCTAD, 2023)

Para acumular conhecimento e estabelecer uma vantagem competitiva, as empresas dependem em grande parte de atividades não formalizadas em termos de P&D, como o uso de informações provenientes de clientes e fornecedores, a importação de tecnologia ou a adaptação de soluções introduzidas por outras empresas. Os desafios em P&D são mais evidentes em países em desenvolvimento. O investimento médio em P&D de países de renda média-baixa é de aproximadamente 0,53% do seu PIB, uma cifra significativamente inferior à média mundial de 2,63% (UNCTAD, 2023). A colaboração emerge como não apenas a forma mais eficaz, mas muitas vezes como o único meio viável para atingir metas compartilhadas em um mundo globalizado. A cooperação internacional abre portas de oportunidade para as nações em desenvolvimento. No entanto, a cooperação demanda negociação para se chegar a um acordo, e durante esse processo, todos os parceiros buscam maximizar seus interesses. (SILVA, 2017). Contudo, a busca pela cooperação internacional não é algo automaticamente evidente e recíproco.

O sistema internacional é composto por entidades autônomas, cujas autonomias e interesses nem sempre se alinham com outros membros do sistema. Entre as diversas formas de cooperação, aquelas de natureza militar e científico-tecnológica demandam maior empenho. Conforme observado por Axelrod e Keohane (1985), a ausência de um governo mundial não implica necessariamente em uma anarquia no sistema internacional. A criação de instituições destinadas a

regulamentar a cooperação tem impulsionado esse processo, refletindo interesses políticos e estratégias distintas dos Estados nacionais. As interconexões entre questões domésticas e políticas internacionais favorecem a cooperação.

A existência dessas parcerias cooperativas implica em uma decisão conjunta, abrangendo desde a fase de planejamento até a execução e a avaliação final, incluindo ajustes necessários para projetos de médio e longo prazo. O êxito da parceria é favorecido pela dedicação em assimilar conhecimentos prévios de cada colaborador, assim como os obtidos durante a colaboração. Parcerias bem-sucedidas estimulam a realização de empreendimentos subsequentes, muitas vezes mais ambiciosos, exigindo um aprofundamento do conhecimento, elaboração de trabalhos mais sofisticados, uma distribuição mais equitativa dos recursos financeiros, e ocasionalmente, a conquista de fatias de mercado promovidas e facilitadas por colaborações internacionais.

De um modo geral, aliança ou parceria estratégica se refere a acordos em que dois ou mais parceiros compartilham o compromisso de alcançar um objetivo comum, reunindo seus recursos e coordenando suas atividades. As alianças denotam um certo grau de estratégia e de coordenação operacional e devem envolver investimentos de cada uma das partes.

Existem também as redes de inovação, que são auto-organizáveis e estão intrinsecamente ligadas ao processo de globalização, visto que as mudanças tecnológicas e organizacionais auxiliam na criação de mercados e na facilitação da participação de outras instituições. Essas redes têm a capacidade de aprender por meio da interação, desenvolvendo relações de confiança entre as partes envolvidas. (SILVA, 2017)

Os motivos e condicionantes da propensão ou impulso a cooperar internacionalmente em C&T seriam: i) cooperação para criar ou ampliar uma vantagem competitiva do território na esfera econômica, militar, esportiva, cultural, etc.; ii) cooperação para compartilhar os recursos e possibilidades decorrentes da dotação de recursos naturais ou criados por meio de intervenções tipo infraestrutura, grandes obras de engenharia, etc.; iii) cooperação para criar um ambiente inovativo para favorecimento de



empresas com ou sem um horizonte de resultados imediatos; iv) cooperação para enfrentar ameaças, sejam elas de desastres naturais, de enfermidades, de agressão, etc.; v) cooperação como um essencial veículo de difusão de conhecimento para todos os fins; vi) cooperação para a construção dos sistemas nacionais e regionais de inovação; vii) cooperação visando fomentar a divisão do trabalho de pesquisa, tenha ele um caráter de pesquisa básica ou aplicada; viii) cooperação visando à formação de redes de pesquisadores ou de grupos de pesquisa com vistas ao fortalecimento de competências em determinadas áreas, etc. (BAIARDI; RIBEIRO, 2011)

Ainda de acordo com Baiardi e Ribeiro (2011), apesar da crescente prevalência da cooperação internacional sul-sul, que pressupõe menos assimetrias de competências, a cooperação norte-sul ainda é considerada como a mais desejada pelos países em desenvolvimento. Isso se deve ao fato de que, por meio da cooperação norte-sul, espera-se progressivamente reduzir as disparidades em Ciência e Tecnologia entre os Estados-nação. Vale ressaltar que a cooperação norte-sul não se caracteriza unicamente como um ato de generosidade, como poderia ser erroneamente notado. Ela muitas vezes envolve mecanismos de compensação e, em muitos casos, é remunerada, sugerindo que poderia ser mais apropriado utilizar outro conceito, como a prestação de serviços, para uma qualificação mais precisa.

Ciência, tecnologia e inovação constituem domínios fundamentais que oferecem soluções transformadoras capazes de acelerar o progresso em direção a um mundo inclusivo, sustentável e resiliente. No entanto, as oportunidades e benefícios proporcionados pelo avanço tecnológico não são distribuídos igualmente, com a maioria deles sendo capturada por países desenvolvidos, como evidenciado pela significativa concentração na criação de conhecimento em termos de patentes e publicações científicas.

A crescente complexidade tecnológica, a rápida evolução tecnológica e o impacto massivo das recentes ondas de inovações exigem uma abordagem colaborativa; a continuidade das práticas convencionais não apenas falhará em reduzir, mas ampliará as desigualdades, tornando mais difícil para os retardatários alcançarem. O que torna urgentemente necessário o trabalho em fortalecer a

solidariedade e cooperação internacional, revitalizar parcerias globais e dar novo ímpeto a mecanismos de colaboração abertos, inclusivos e equitativos.

## **2.2 O 5G como ferramenta de evolução tecnológica: possíveis aplicações e efeitos nos meios urbanos e rurais do continente sul-americano.**

Dado o fato de o 5G vem emergindo como catalisador de transformações substanciais na paisagem da comunicação sul-americana, este capítulo se propõe a investigar os possíveis impactos nos meios urbanos e rurais da região, explorando as complexidades inerentes a essa revolução tecnológica. À medida que a infraestrutura se desdobra, esta análise se concentrará nas nuances específicas que delineiam as mudanças nas comunicações em áreas urbanas, marcadas por metrópoles dinâmicas, e em regiões rurais, onde o acesso à conectividade assume um papel crucial na mitigação da divisão digital. Ao desvendar as possíveis aplicações da tecnologia 5G, este capítulo buscará lançar luz sobre os desafios e oportunidades que moldarão a narrativa da comunicação nesse cenário diversificado e em constante evolução. Sendo projetado para fornecer conectividade de alta velocidade, baixa latência e capacidade massiva, a ideia do 5G é abrir novas oportunidades para inovação em diversas áreas. A Internet das Coisas (IoT) é uma dessas forças motrizes por trás da possível popularização da tecnologia mais atual de redes móveis no continente sul-americano, e emerge como um elemento crucial para essa evolução, influenciando significativamente o panorama tecnológico continental.

A Internet das Coisas (IoT), de acordo com Laghari (2021), é vista como uma rede de dispositivos inteligentes que coletam e compartilham dados, colaborando de maneira coordenada para proporcionar serviços avançados e eficazes. A tecnologia se aproveita da computação em nuvem, utilizando a capacidade de processamento e armazenamento remotos para lidar com grandes volumes de dados, ao mesmo tempo que descentraliza parte do processamento, permitindo uma resposta mais rápida a eventos em tempo real gerados por dispositivos conectados, dispositivos estes que podem ser móveis, automotivos, eletrodomésticos e quais outro tipo de objeto conectados à internet. Essa convergência visa criar um ambiente inteligente e interligado, capacitando a automação e otimizando a eficiência em diversas esferas da vida cotidiana. Esses dispositivos são equipados com sensores, *softwares* e outros recursos que permitem coletar e trocar dados. O objetivo é criar um ambiente inteligente e interconectado, onde objetos podem coletar e compartilhar informações,

facilitando a automação e melhorando a eficiência. Esse processo é reconhecido como a evolução futura da Internet, e possibilita a aprendizagem máquina a máquina (KHAN, 2012).

A capacidade do 5G de conectar um grande número de dispositivos simultaneamente e de forma confiável, com taxas de transferência muito superiores e latência drasticamente reduzida, viabiliza a transmissão instantânea de grandes volumes de dados em tempo real e tem o potencial de revolucionar as redes de comunicação, fornecendo conectividade mais rápida e confiável, possibilitando, por exemplo, iniciativas de cidades inteligentes (ALI; NENCIONI, 2021). Essa capacidade é indispensável para aplicações que demandam comunicação instantânea, como carros autônomos, saúde conectada e automação industrial. A eficiência energética também é um destaque, contribuindo para a operação sustentável de dispositivos que frequentemente dependem de baterias. Rosca et al. (2021) afirmam que o IoT (Internet das Coisas) tornou-se um habilitador chave para o desenvolvimento sustentável, impactando a sociedade como um todo. Se espera que proporcione um futuro promissor para o desenvolvimento sustentável, reduzindo a insustentabilidade que perturba as sociedades, o meio ambiente e os recursos naturais (JABLONSKA; ZAJDEL, 2018).

O ecossistema tecnológico está evoluindo a uma velocidade rápida, superando expectativas de crescimento e barreiras de ubiquidade (OLIVEIRA, 2020), assim encontrou aplicações em diversos domínios, incluindo transporte, saúde, indústrias, agricultura e serviços públicos, de tal maneira, apresenta um amplo espectro de tecnologias para construir aplicativos, abrangendo muitos aspectos da vida cotidiana (ONIGA et al., 2020). Em conclusão, a Internet das Coisas representa um paradigma transformador que tem o potencial de revolucionar vários aspectos da vida, desde a indústria até a sustentabilidade, e da saúde à inovação social.

Nas áreas rurais, a introdução das redes 5G tem o potencial de também diminuir a divisão digital, oferecendo acesso à internet de alta velocidade, viabilizando a agricultura de precisão e aprimorando a conectividade geral (ARRUBLA-HOYOS et al., 2022). Matsumura (2021) direciona o foco para a utilização do 5G em áreas remotas, apresentando o projeto 5G Range, que visa

fornecer taxas de transmissão de dados de 100 Mbps em um raio de 50 quilômetros, beneficiando regiões com acesso limitado à internet. Essa iniciativa representa um avanço significativo para a conectividade em áreas isoladas, abrindo oportunidades para o desenvolvimento econômico e social nessas localidades.

A importância das redes móveis na América do Sul é evidente no impacto socioeconômico, especialmente em áreas rurais. Estudos, como o de Franciskovic e Miralles (2021), destacam o efeito positivo do acesso a telefones móveis nas áreas rurais do Peru, demonstrando como a tecnologia móvel pode contribuir para o bem-estar das comunidades rurais. Além disso, a pesquisa de Crossan (2018) destaca o impacto das tecnologias móveis no desenvolvimento econômico em áreas rurais do continente, indicando um paralelo relevante para a região.

Contudo, para trabalhar, o 5G exige uma demanda sobre a atribuição de espectro de frequência de funcionamento e é função dos governos nacionais realizar esse processo. Os governos formam uma parte crucial desse desenvolvimento, assim sendo, os reguladores devem trabalhar para disponibilizar faixas de frequência adequadas para a operação do 5G. O quadro regulatório e a governança das telecomunicações na América do Sul desempenham um papel crucial na moldagem da implementação e impacto das redes 5G (GUTIÉRREZ; BERG, 2000; ROS, 2003).

Além disso, políticas de incentivo ao investimento e parcerias público-privadas devem ser promovidas para acelerar a implantação. A liberalização das telecomunicações e o papel de agências reguladoras independentes foram identificados como fatores-chave que influenciam o cenário de telecomunicações na região (GUTIÉRREZ; BERG, 2000; ROS, 2003; PRADO, 2012). A discussão traz à tona ainda a necessidade de infraestrutura avançada para garantir o pleno aproveitamento dos benefícios do 5G. Além disso, a convergência do 5G com tecnologias de comunicação industrial apresenta oportunidades para aprimorar a infraestrutura de comunicação em ambas as áreas, urbana e rural.

O desenvolvimento do 5G na América do Sul tem sido impulsionado por uma série de fatores além da demanda por tecnologia de Internet das Coisas. A crescente demanda por serviços de dados móveis e aplicativos de alta largura de banda tem

também estimulado as operadoras a investirem na infraestrutura 5G. A região testemunhou um aumento notável no consumo de vídeo em alta definição, aplicativos de realidade virtual, jogos online e outras aplicações intensivas em dados, tornando o 5G uma solução atraente para atender a essa demanda crescente. Em geral, espera-se que a implementação das redes 5G na América do Sul tenha um impacto transformador na comunicação. No entanto, a expansão da infraestrutura de fibra óptica para áreas rurais e remotas é essencial para garantir a conectividade eficiente do 5G (BARRIOS-ULLOA et al., 2023; ARRUBLA-HOYOS et al., 2022).

No entanto, toda essa velocidade tecnológica obviamente apresenta desafios significativos que precisam ser tratados, visando alcançar plenamente seu potencial. O primeiro deles é o tema da segurança dos dispositivos IoT (Internet das Coisas), muitas vezes limitada por restrições de recursos, e que então torna-se uma preocupação central, pois esses dispositivos podem ser explorados para acessar a infraestrutura mais ampla da rede, e com a velocidade do 5G, tudo pode tomar grandes proporções de maneira quase instantânea. Gamundani (2015) revisa o impacto de ataques atribuíveis ao IoT, enfatizando a necessidade de abordar questões de segurança para operação confiável e escalabilidade futura.

Setores como a agropecuária, a saúde e construção civil estão rapidamente adotando o 5G para permitir a coleta e análise de dados em tempo real, otimizando processos e melhorando a tomada de decisões, porém, se alguma dessas decisões falhar por razões securitárias, o estrago pode ser irreversível. Cam-Winget (2016) discute a criticidade dos ciberataques em sistemas IoT, que podem causar danos físicos e ameaçar vidas humanas, e defende a implementação de um framework de segurança holístico para sistemas IoT.

A interseção entre segurança cibernética e a implementação do 5G representa um campo crítico e desafiador, à medida que as redes de quinta geração introduzem novos paradigmas e oportunidades, mas também ampliam os vetores de ameaça. Este cenário complexo exige uma abordagem holística para garantir a integridade, confidencialidade e disponibilidade dos dados em um ambiente tecnológico cada vez mais interconectado.

Surgem também, cada vez mais preocupações relacionadas à privacidade do usuário e ao uso seguro dessas redes avançadas. A complexidade da arquitetura 5G, juntamente com a diversidade de fornecedores e a necessidade de interoperabilidade, cria um ambiente propício a vulnerabilidades e ataques. Um dos principais pontos de convergência entre segurança cibernética e 5G reside exatamente na arquitetura das redes.

O 5G introduziu uma arquitetura mais distribuída, com um número significativo de pontos de acesso e uma maior dependência de *softwares*. Alguns autores propõem um novo modelo de arquitetura 5G que destaca benefícios de melhor capacidade de rede, flexibilidade e escalabilidade. Contudo, embora proporcione flexibilidade e eficiência, esse suposto novo modelo também criaria novos desafios em termos de gerenciamento de identidades, autenticação e proteção contra ataques que visam esses componentes críticos.

A rápida expansão de superfícies de ataque e a sofisticação crescente de ameaças cibernéticas são problemas gravíssimos e destacam a importância de uma abordagem proativa para identificação e mitigação de riscos, já que um grande número de dispositivos conectados introduz muitos novos pontos de entrada para ameaças cibernéticas aos núcleos de transmissão de dados. Abomhara (2015) destaca o aumento do número de ameaças e ataques contra dispositivos e serviços, enfatizando a necessidade de compreensão abrangente e defesa contra ciberataques. Nas áreas urbanas, a implementação de redes 5G pode introduzir soluções baseadas em *deep machine learning* (aprendizado profundo de máquina) para aprimorar a segurança e a privacidade, exigindo taxonomias abrangentes e análise avançada de metadados para lidar com ameaças emergentes (SAEED et al., 2022). Em áreas rurais, a implementação de redes 5G pode enfrentar outros desafios de cibersegurança, incluindo análise de grafos de ataque em várias camadas e detecção de ameaças cibernéticas usando algoritmos de aprendizado em máquinas (SMYRLIS et al., 2021).

O quadro regulatório e a governança das telecomunicações na América do Sul desempenham um papel crucial na moldagem da implementação e do impacto das redes 5G, incluindo considerações de segurança (SHOBOWALE et al., 2023).

Em resumo, a implementação de redes 5G na América do Sul apresenta tanto oportunidades quanto desafios no campo da cibersegurança, exigindo soluções abrangentes para garantir a integridade e a privacidade das comunicações em áreas urbanas e rurais. A implementação de práticas de segurança desde o início do design de redes 5G, juntamente com atualizações regulares e treinamento contínuo, torna-se essencial para garantir a resiliência e a segurança a longo prazo dessas redes inovadoras. Em última análise, a convergência da segurança cibernética e 5G é um imperativo para desbloquear todo o potencial dessa tecnologia, garantindo ao mesmo tempo a confiança e a integridade das comunicações em um mundo cada vez mais conectado.

A colaboração entre setores público e privado é crucial para enfrentar esses desafios, promovendo padrões de segurança robustos e compartilhando informações sobre ameaças. Existe também aplicabilidade do 5G também para agências de segurança pública, ressaltando a necessidade de sistemas de comunicação flexíveis e escaláveis, com altas taxas de dados e interoperabilidade com as tecnologias existentes. Isso evidencia a diversidade de aplicações do 5G, indo além do setor de telecomunicações e impactando diretamente a segurança e a infraestrutura crítica.

O setor privado, especialmente indústrias como manufatura, agricultura, logística da cadeia de suprimentos, saúde e gestão de energia, podem antecipar benefícios significativos com a implementação do 5G, incluindo melhoria na tomada de decisões, automação e resultados aprimorados em diversos mercados verticais (O'CONNELL et al., 2020). Por outro lado, o setor público tem papel sempre decisivo na implementação de novas tecnologias e suas aderências, conforme evidenciado pela estratégia do Reino Unido para a implantação do 5G, onde se visa posicionar o país como líder global em 5G, fomentando uma economia digital líder mundial e atraindo investimentos externos (JONES; COMFORT, 2019). Essa colaboração está alinhada com a ideia de que os modelos de negócios inovadores do setor privado, orientados pelo potencial impacto socioeconômico, podem ser complementados pela visão estratégica e pelos frameworks regulatórios do setor público (BANDA, 2022).



A construção de redes privadas 5G é também uma área significativa de foco, com pesquisas destacando tecnologias habilitadoras, modelos de implantação e soluções multidomínio para a implementação bem-sucedida de redes privadas 5G (ESWARAN; HONNVALLI, 2022; LI et al., 2021). Essa ênfase em redes privadas é essencial, pois permite que as indústrias aproveitem totalmente o potencial do 5G para seus casos de uso específicos, garantindo confiabilidade, baixa latência e reconfigurabilidade de recursos (MAMAN et al., 2021). Além disso, a alocação de espectro para redes privadas, conforme demonstrado por um estudo de caso baseado na regulamentação dinamarquesa, apresenta desafios e oportunidades, destacando a necessidade de colaboração entre órgãos reguladores e indústrias privadas (KARSTENSEN, 2022).

Assim, a cadeia de valor de serviços juntamente com modelagem de ecossistema e entrega ágil, proporcionam uma abordagem abrangente para a implantação de serviços 5G, enfatizando os papéis interconectados de vários tomadores de decisões, incluindo entidades públicas e privadas (ALHUSEINI; OLAMA, 2019).

Em conclusão, a colaboração entre os setores público e privado para o desenvolvimento e implementação do 5G é essencial para realizar todo o potencial dessa tecnologia transformadora. Isso requer um esforço conjunto para enfrentar desafios técnicos, regulatórios e operacionais, ao mesmo tempo em que aproveita as forças de ambos os setores para criar um ecossistema 5G robusto e inovador. Essa interconectividade é destacada pela exploração de aplicações, arquiteturas, modelos de operadores e facilitadores tecnológicos além das redes privadas 5G, ressaltando a necessidade de um ecossistema colaborativo para lidar com questões de governança, propriedade e implantação (MAMAN et al., 2021). Está claro que o desenvolvimento do 5G na América do Sul está em andamento, impulsionado por fatores como a crescente demanda por dados de alta velocidade, a expansão da IoT e o apoio governamental. À medida que a região supera os desafios técnicos e regulatórios, segue se preparando para colher os benefícios de uma conectividade 5G que impulsiona a inovação em diversos setores e promove o crescimento econômico.

### 3. O estado atual de desenvolvimento do 5G na América do Sul

O mercado de internet na América do Sul é caracterizado por uma série de nuances e particularidades que refletem as diversas realidades econômicas, sociais e culturais presentes na região. Apesar de compartilharem algumas similaridades, os países sul-americanos também apresentam diferenças marcantes em termos de infraestrutura, penetração da internet, comportamento do consumidor e regulamentações.

Em geral, a América do Sul tem testemunhado um aumento significativo no acesso à internet nos últimos anos, impulsionado pelo crescimento da penetração de dispositivos móveis e da expansão das redes de banda larga. No entanto, a velocidade desse avanço varia consideravelmente entre os países. Abaixo temos dispostos quatro mapas, onde os pontos roxos representam os focos de cobertura 5G na região, essa informação representa a cobertura em meados de novembro de 2023. Os mapas são construídos pelas ferramentas digitais “nPerf” e “Ookla”. As medições coletadas são realizadas pelos usuários do aplicativo e ocorrem em condições reais, diretamente no local em questão. As medições são realizadas nos dispositivos dos usuários, e a precisão da geolocalização depende da qualidade da recepção do sinal GPS no momento da medição. No que diz respeito aos dados de cobertura, apenas as medições com precisão de geolocalização de, no máximo, 50 metros são retidas. Para os dados de taxa de transferência (*bits*), a margem de precisão é limitada em até 200 metros.

Nações como Brasil, Argentina e Chile têm uma infraestrutura digital mais consolidada, enquanto outras, como Bolívia e Paraguai, ainda enfrentam desafios significativos nesse sentido. De acordo com a Anatel (2023), até o sexto mês de 2023, o serviço de dados em 5G estava disponível em 172 cidades no Brasil. Destacando-se como líder em acessos móveis, a Vivo também se destaca como a operadora com maior presença em termos de cobertura 5G em todo o território nacional, até o sexto mês de 2023, a marca, pertencente ao Grupo Telefónica, oferecia sinal 5G em 120 cidades. No mesmo período, a TIM e a Claro apresentavam cobertura 5G bastante próxima, com presença ativa em 92 e 90

cidades, respectivamente. Por sua vez, a operadora regional Algar contava com sinal de quinta geração móvel em quatro municípios.

Mapa 1 - Pontos de cobertura 5G na América do Sul



Fonte: nPerf

O mapa acima corrobora a afirmação anterior, onde podemos ver uma concentração muito forte de pontos roxos no Brasil e no Chile, com uma forte e específica concentração em Buenos Aires (AR), Montevideu (UY) e Bogotá (CO). O interior do continente sul-americano está ainda muito desprovido de conexões 5G, sendo apenas focada muito direcionadamente em algumas capitais como Santa Cruz de la Sierra (BO) e Lima (PE).

Pode-se observar que, em território brasileiro, os focos da rede 5G estão concentrados por volta das capitais federais, e que apenas na região sudeste do

país existe uma cobertura ampla com alcance nas regiões de interior. No total, de acordo com a ferramenta “Ookla”, o Brasil tem 279 pontos de lançamento de 5G. O Chile, em seu posto de país com o maior desenvolvimento de 5G na América do Sul, possui cerca de 1300 pontos, um número aproximadamente 360% maior.

Mapa 2 - Número de pontos de lançamento de 5G na América do Sul

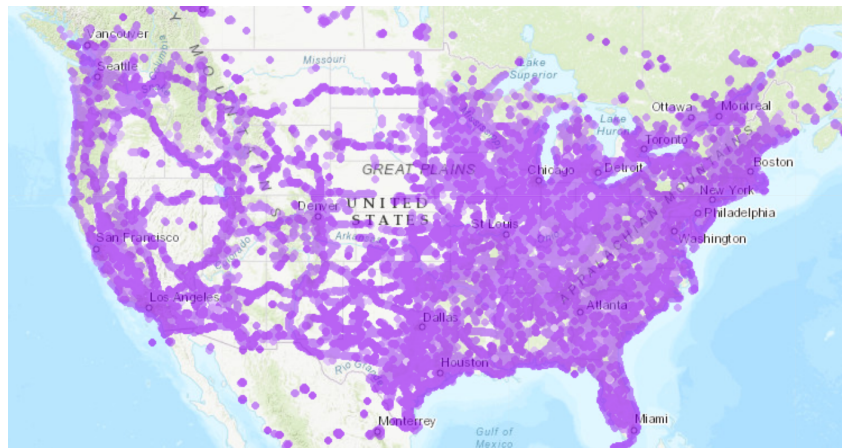


Fonte: Plataforma Ookla na internet

Contudo, para termos uma base ainda mais sólida para o entendimento do cenário sul-americano no desenvolvimento e implementação da tecnologia 5G, é necessário observar, mesmo que brevemente, o cenário atual de outros países ao redor do globo. Mais abaixo veremos mapas referentes à cobertura 5G nos Estados Unidos, na Europa e no leste asiático (Japão e Coreia do Sul), locais onde a urgência por velocidade, largura de banda e confiabilidade está em ascensão. Essa crescente demanda por capacidades de rede é uma força motriz por trás da

priorização da implementação do 5G em nações mais tecnologicamente desenvolvidas. Isso indica que a infraestrutura e os requisitos técnicos para a implementação do 5G podem representar desafios para países com redes de telecomunicações menos desenvolvidas, contribuindo potencialmente para a demora na implementação do 5G na América do Sul.

Mapa 3 - Focos de cobertura 5G nos EUA

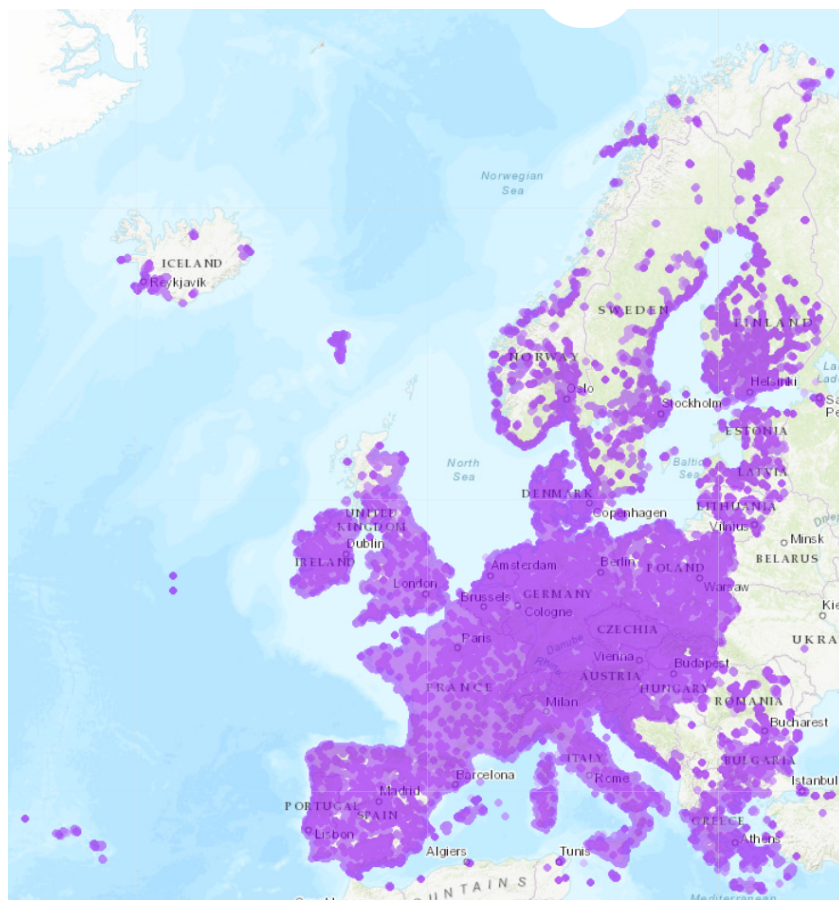


Fonte: Plataforma nPerf

É possível reparar que no centro-sul e na costa leste dos Estados Unidos, a cobertura é muito mais abrangente do que na região do meio-oeste. Isso se dá devido à presença de grandes capitais nessas regiões e à existência de enormes cidades no interior - como Nova York, Washington DC, Chicago, Nashville, Dallas, Houston e Miami - enquanto no oeste, a concentração se dá realmente na região dos estados da Califórnia e de Washington - estas com grandes cidades como Los Angeles, São Francisco e Seattle.

Nos Estados Unidos, as principais operadoras de 5G são a Verizon Wireless, AT&T, T-Mobile e Dish Network. Verizon e AT&T são as principais operadoras, contudo, a T-Mobile, reconhecida por sua abordagem agressiva no mercado de 5G, consolidou recursos após a fusão com a Sprint para oferecer uma rede mais abrangente, incluindo cobertura de banda média e baixa. A Dish Network, originalmente dedicada à TV via satélite, ingressou no mercado móvel e está desenvolvendo sua própria rede 5G, com planos ambiciosos para serviços inovadores.

Mapa 4 - Focos de cobertura 5G no Continente Europeu



Fonte: Plataforma nPerf na internet

O cenário europeu, diferentemente do estadunidense, apresenta uma densidade muito forte por todo o continente. A Europa esteve na vanguarda do avanço do estado da computação de névoa<sup>8</sup> para viabilizar as tecnologias da rede 5G, com o objetivo de fornecer soluções e padrões para infraestruturas de comunicação de próxima geração ubíquas. Essa abordagem proativa contribuiu para o desenvolvimento de uma rede 5G robusta e abrangente em todo o continente.

Além disso, a União Europeia tem impulsionado iniciativas para alcançar a implementação do 5G ao longo das principais vias de transporte para veículos autônomos, enfatizando a importância da conectividade 5G na viabilização de

---

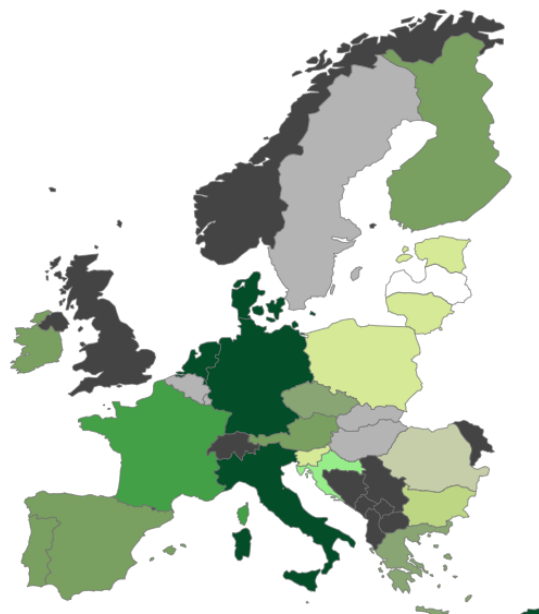
<sup>8</sup> A Computação de Névoa, ou Fog Computing, é um modelo de computação distribuída que visa levar recursos computacionais mais próximos dos dispositivos finais e dos usuários, em comparação com os modelos tradicionais baseados em nuvem. O termo "névoa" refere-se à ideia de uma camada intermediária entre os dispositivos de borda (edge devices) e a nuvem.

sistemas avançados de transporte. Esse foco estratégico na integração do 5G em infraestruturas críticas demonstra o compromisso da Europa em construir uma rede 5G abrangente e interconectada. Adicionalmente, o projeto de Ação de Inovação Europeia VITAL-5G tem sido fundamental em demonstrar os benefícios de aplicações de rede baseadas em 5G por meio de testes práticos em instalações verticais de última geração, contribuindo ainda mais para a evolução da infraestrutura 5G na Europa (TRICHIAS et al., 2021). A densificação e o estado bem desenvolvido da rede 5G na Europa também podem ser atribuídos à ênfase do continente em redes 5G abertas, programáveis e virtualizadas (PAGLIERANI et al., 2019). Em conclusão, a rede 5G densa e bem desenvolvida na Europa pode ser atribuída à abordagem proativa para avançar nas tecnologias 5G, testes e implementações em larga escala, iniciativas estratégicas para veículos autônomos e ênfase em redes 5G abertas e programáveis.

Abaixo um mapa desenvolvido pelo Observatório Europeu para 5G, onde os tons em verde representam uma maior cobertura dentro do país, quanto mais escuro, maior é a cobertura da tecnologia.

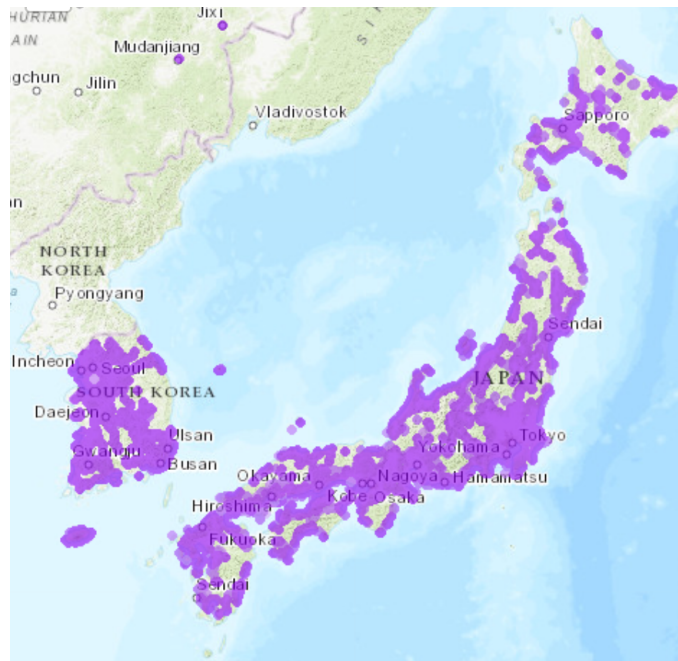
Mapa 5 - Cobertura da tecnologia 5G no Continente Europeu

≤20% ≥20% ≥40% ≥60% ≥80% 100%



Fonte: Página do Observatório Europeu para o 5G

Mapa 6 - Focos de cobertura 5G na Região do Japão e da Coréia



Fonte: Plataforma nPerf na internet

O Japão está constantemente na vanguarda dos avanços tecnológicos, e a implementação do 5G não é exceção. O país fez progressos substanciais na integração do 5G em sua infraestrutura, com foco na otimização de ambientes virtualizados e no aprimoramento das capacidades de rede. Isso resultou na validação bem-sucedida de cenários 5G. (LEITE et al., 2020). A implementação da tecnologia no Japão exigiu, assim como em outros países, investimentos substanciais por parte das operadoras de telefonia móvel, especialmente na e infraestrutura de transporte de fibra óptica para atender aos requisitos do 5G (IMPERIO; PAVANI, 2021). Isso destaca os compromissos financeiros e infraestruturais significativos necessários para o sucesso da implementação do 5G no país.

A importância da infraestrutura para o desenvolvimento científico e econômico tem sido enfatizada por vários autores, indicando o papel crítico da infraestrutura no suporte a empreendimentos científicos e progresso econômico (NEGRI, 2022). No Japão, o leilão de frequências para o 5G ocorreu em 2019, preparando o terreno para a implementação comercial. Para efeitos de comparação no Brasil, o leilão ocorreu em 2021. Em conclusão, a evolução do 5G no Japão abrange avanços



tecnológicos, investimentos infraestruturais significativos, implicações para pesquisa e inovação, e dinâmicas internacionais mais amplas.

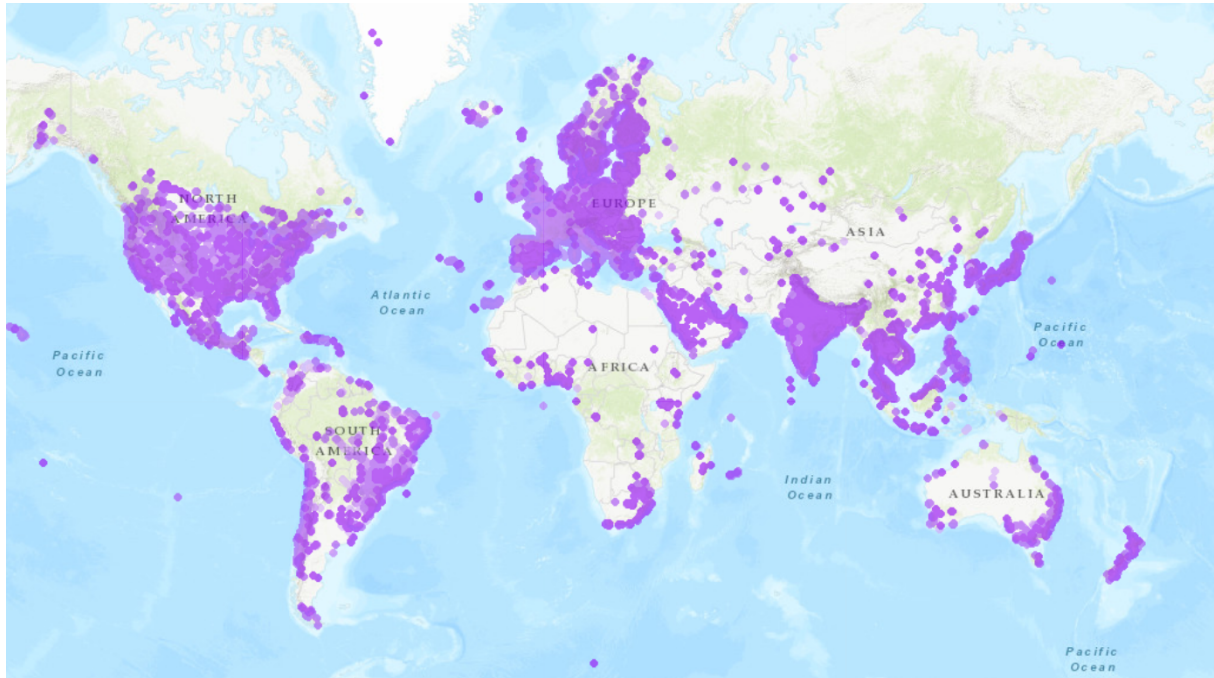
Na Coreia do Sul, o governo lançou uma iniciativa chamada "K-ICT 5G Pilot Program" em 2016 para promover testes e pesquisa intensiva sobre 5G. Esses esforços iniciais foram seguidos por leilões de espectro 5G. Na Coreia do Sul, o leilão de espectro 5G ocorreu em 2018, permitindo que as operadoras acelerassem seus planos de implementação. As operadoras desempenharam um papel crucial nesse processo. A NTT DoCoMo lançou oficialmente seus serviços comerciais 5G em março de 2020, estabelecendo uma presença inicial. Ao mesmo tempo, as operadoras sul-coreanas, como a SK Telecom, KT Corporation e LG Uplus, lançaram comercialmente o 5G em abril de 2019, tornando a Coreia do Sul um dos primeiros países a oferecer serviços 5G em larga escala.

De tal maneira, pode ser constatada uma grande disparidade no que tange ao desenvolvimento e lançamento de redes 5G entre as zonas apresentadas. Frente aos grandes pólos tecnológicos do mundo, a América do Sul é claramente atrasada, tendo sua evolução apresentada de maneira muito mais lenta. Buscando encontrar parte da razão sobre esse acontecimento, pode-se afirmar adicionalmente, que a implementação do 5G é influenciada pela necessidade de implantação imediata em setores específicos, como, por exemplo, a saúde para o gerenciamento colaborativo de pandemias, o que pode ser mais urgente em países desenvolvidos. A integração de redes privadas sem fio com capacidades 5G também impulsiona a implementação, especialmente em configurações industriais avançadas, que podem ser mais prevalentes em nações desenvolvidas.

Além disso, as implicações econômicas e ambientais da implementação do 5G, como a pegada de carbono da infraestrutura 5G, também podem desempenhar um papel na priorização da implementação em países desenvolvidos. A análise de custos e recursos para redes móveis 5G de ponta a ponta, bem como a arquitetura de orquestração para a implantação automática de serviços 5G, são áreas de foco que podem ser mais viáveis em regiões economicamente avançadas. Em conclusão, a priorização da implementação do 5G nos países do norte global em comparação com a América do Sul pode ser atribuída a uma grande combinação de fatores.

Abaixo, encontramos um panorama mais geral, ao apresentar uma visão global da cobertura 5G.

Mapa 7 - Cobertura da tecnologia 5G ao redor do mundo



Fonte: Plataforma nPerf na internet

Assim, pode-se afirmar que a habilitação do 5G vem sendo realizada mais rapidamente nos países em que as necessidades de consumo de internet também são maiores. A diversidade, e a disparidade econômica na região sul-americana se refletem nos padrões de consumo de internet. Em países mais desenvolvidos, a demanda por serviços online, como *streaming* de vídeo, compras online e serviços de nuvem, tende a ser mais robusta. Por outro lado, em economias emergentes, a prioridade muitas vezes está na ampliação do acesso básico à internet e na superação de barreiras socioeconômicas.

Regulamentações governamentais excessivamente burocráticas também exercem influência considerável sobre o mercado de internet na América do Sul. Alguns países adotam políticas mais liberais, incentivando a inovação e a competição, enquanto outros impõem restrições mais rígidas, o que pode impactar o ambiente de negócios e afetar o investimento estrangeiro.

No início de fevereiro, a Agência Nacional de Telecomunicações do Brasil (ANATEL) aprovou o chamado para licitação dos respectivos intervalos de frequência para o final de 2020, ampliando a oferta em 3,7 GHz, tornando o leilão "o maior da história" (WIZIACK, 2020).

Além disso, a diversidade cultural e linguística na América do Sul também se reflete no conteúdo online. Plataformas de mídia social, por exemplo, adaptam-se às preferências culturais locais, oferecendo uma experiência mais personalizada aos usuários.

Atores como a GSMA Intelligence vêm buscando iluminar os dados sobre as conexões no mundo, a "Intelligence" é a divisão de pesquisa e análise da GSMA, a Associação Global de Operadoras de Telecomunicações Móveis, em tradução livre. A GSMA Intelligence é conhecida por fornecer dados, *insights* e análises sobre o setor de telecomunicações móveis em escala global. Suas atividades incluem o rastreamento e a análise de tendências, estatísticas e desenvolvimentos no mercado de telecomunicações móveis, incluindo informações sobre assinantes, adoção de tecnologias móveis, infraestrutura, regulações e muito mais. Essas informações são valiosas para operadoras, empresas do setor, formuladores de políticas e outros interessados em compreender o cenário dinâmico das comunicações móveis em todo o mundo. De acordo com a previsão da GSMA Intelligence, são esperadas 62 milhões de conexões 5G na América Latina até 2025. Dentro dos próximos quatro anos, 10% de todas as conexões serão feitas a partir da rede 5G, enquanto a 4G ainda dominará, com 67% de todas as conexões. No ano de 2025, é esperado que o Brasil seja o país com maior cobertura de 5G da América do Sul, com 18% do país coberto pela rede, seguido por México com 12%, Chile com 8%, Argentina com 7% e Peru com 6%. Enquanto a América Latina terá apenas 10% de conexões 5G entre todas na região em 2025, outras partes do mundo se mostram muito mais avançadas dentro dessa nova tecnologia. A América do Norte contará com 51% de participação do 5G nas suas conexões móveis, a Europa com 34%, a Ásia-Pacífico com 25%, a CEI com 13% e o mundo com 13% conectado ao 5G. (GSMA, 2020).

Balbo (2021), aponta que no final do primeiro semestre de 2021, a China contava com 500 milhões de assinaturas do 5G, oferecidas pelas três principais operadoras do país: China Telecom, China Mobile e China Unicom. Em comparação,

os Estados Unidos até o mesmo período tiveram 50 milhões de assinaturas, entre as principais operadoras ofertantes estão Verizon, T-Mobile e AT&T. Em alinhamento aos Estados Unidos está a Europa, que decidiu em sua grande maioria evitar a compra de equipamentos chineses e priorizar produtos de empresas locais do setor de telecomunicações, como Nokia e Eriksson. Até o fim de 2021, a Europa espera ter 40 milhões de assinaturas na rede 5G em seu território.

A China, nas últimas décadas, se mostrou como o principal competidor contra os Estados Unidos pelo posto de grande potência no mundo atual. O sistema internacional passa por um momento de transição de poder entre esses dois gigantes. Tal batalha é travada dentro dos campos ideológico, econômico, militar e tecnológico. Por esse motivo, novas tecnologias como o 5G tomam tanto espaço dentro do debate geopolítico mundial. (COLOMBO; LÓPEZ; VERA, 2019). Ainda segundo Balbo (2021), a adoção da quinta geração da tecnologia de comunicação móvel seria altamente importante para a América do Sul como uma opção para as grandes indústrias instaladas na região se colocarem em uma posição estratégica dentro do “quebra-cabeças competitivo resultante da localização de atividades produtivas de maior valor agregado”. Isso seria conseguir atrair setores que demandam alto nível tecnológico, encontrado principalmente em indústrias como a aeroespacial, automobilística, biotecnológica e de bens eletrônicos de consumo.

Dentre tais fatores, destaca-se que os mercados são resultantes de eventos locais e de constantes interações entre os atores, os quais atuam a partir de diferentes interesses (ARAUJO; KJELLBERG; SPENCER, 2008) e sob variadas formas de conhecimento especializado inserido no mercado (CALLON, 1998). Temos observado que para o desenvolvimento amplo de uma tecnologia tão inovadora como essa, é necessária a interação dos mais diversos atores públicos e privados, assim sendo, no próximo capítulo entenderemos melhor essas relações e conheceremos mais profundamente quem são esses participantes.

### 3.1. Uma análise dos principais atores do mercado 5G.

A indústria de telecomunicações na América do Sul possui diversos atores públicos e privados que atuam dentro do mercado, estes desempenham importantes papéis na oferta de serviços para a população e para as empresas. Dentro do cenário público, empresas estatais possuem a atribuição de promover a infraestrutura essencial para a garantia de serviços de comunicação e internet tanto em áreas urbanas e grandes centros como em áreas isoladas, estratégicas ou restritas. Entre as empresas públicas, podemos citar a *Corporación Nacional de Telecomunicaciones* (CNT) - Corporação Nacional de Telecomunicações - no Equador, que é uma entidade estatal que atua no fornecimento de infraestrutura de telecomunicações, serviços de telefonia fixa e móvel e suprimento do setor de TV a cabo e internet banda larga para a população equatoriana; também podemos citar a Antel, cuja sede fica em Montevideú. A *Administración Nacional de Telecomunicaciones* (ANTEL) - Administração Nacional de Telecomunicações -, é a empresa estatal de telecomunicações no Uruguai, e historicamente, deteve desde sua fundação em 1974 o monopólio do setor de telecomunicações no país. Isso significa que, por um longo período, era a única empresa autorizada a fornecer serviços de telecomunicações no Uruguai.

Esse monopólio abrangia serviços como telefonia fixa, móvel, internet e outros relacionados às telecomunicações. No entanto, é essencial observar que as políticas e regulamentações mudaram ao longo dos anos. Houveram discussões e debates sobre a liberalização do setor de telecomunicações para permitir a entrada de operadoras privadas, promovendo maior concorrência e, potencialmente, resultando em benefícios para os consumidores, como preços mais competitivos e melhorias na qualidade dos serviços. Um marco importante nesse processo foi a Lei de Telecomunicações do Uruguai, aprovada em 2001. Essa legislação visava abrir o mercado de telecomunicações à concorrência e promover a entrada de novos participantes no setor. Posteriormente, em 2002, foram realizadas concessões para permitir a operação de operadoras privadas em serviços de telefonia fixa. Em ADSL<sup>9</sup>,

---

<sup>9</sup> ADSL é a sigla para "Asymmetric Digital Subscriber Line" (Linha de Assinante Digital Assimétrica, em português). Trata-se de uma tecnologia de comunicação de dados que utiliza a infraestrutura de linhas telefônicas convencionais para fornecer acesso à internet em alta velocidade. A característica "assimétrica" refere-se ao fato de que a taxa de transmissão de dados é maior na

a empresa é monopólica, contudo, compete com outros operadores em diferentes métodos de acesso à internet, como o sistema 3G. Em junho de 2010, a Antel fornecia 95,0% dos serviços não comutados de acesso à Internet. A Dedicado fornecia 4,35%, enquanto outros operadores de rádio forneciam os restantes 0,14%. Em termos de serviços ponto a ponto, tanto nacionais quanto internacionais, a Antel detinha 91,4% do mercado, a Dedicado 3,39%, a Telmex 2,98%, a Movistar 2,14%, e outros, como a Claro, 0,14%.

Já dentro do cenário privado, diversas são as empresas que se mesclam no fornecimento de tecnologia e de serviço de telecomunicações. Atores multinacionais e globais exercem influência substancial na conjuntura sul-americana, sendo fundamentais para o desenvolvimento sócio-econômico. Assim como em outros continentes, as empresas de telecomunicações chinesas estão competindo no mercado sul-americano há duas décadas, com um desempenho significativamente forte e presente. Em 2006, a maior operadora de telecomunicações móveis do Brasil, a Vivo, escolheu a empresa Huawei como seu principal fornecedor para a instalação da rede de telefonia móvel 2G ou GSM (Sistema Global de Comunicações Móveis) nos estados costeiros do território brasileiro, sendo considerada "a maior rede móvel da América do Sul" (HUSTLE, 2007, p. 9). Posteriormente, a Huawei consolidou sua presença com a instalação de um laboratório dedicado à pesquisa sobre IoT em uma planta de montagem de celulares em São Paulo, no ano de 2018, além de participar nos testes de 5G realizados pela operadora TIM em Florianópolis, durante o ano de 2019 (BALBO, 2019).

Entre os principais protagonistas deste cenário, destacam-se empresas líderes de telecomunicações, fornecedores de equipamentos de rede e gigantes da tecnologia. As principais operadoras sul-americanas como a Claro, a Telefonica e a ANTEL, junto e suas subsidiárias, desempenham um papel central no avanço do 5G, investindo vigorosamente em infraestrutura e espectro de frequência. Essas operadoras são responsáveis por implementar redes robustas e garantir cobertura em larga escala, conectando usuários em ambientes urbanos e rurais. Melo (2012) oferece uma perspectiva sobre as estratégias de entrada de empresas de

---

direção do provedor de serviços para o usuário (downstream) do que na direção do usuário para o provedor (upstream)

telecomunicações mexicanas e espanholas na América do Sul, destacando suas aquisições e a busca por mercados culturalmente e psicologicamente semelhantes. Essas estratégias podem influenciar a implementação e a competição no mercado de 5G na região, à medida que as empresas buscam consolidar sua presença e explorar novas oportunidades de negócios.

No setor de fornecimento de equipamentos centrais, empresas como Huawei, Ericsson e Nokia são figuras proeminentes. Essas empresas desempenham um papel crucial na fabricação e fornecimento de hardware essencial para as redes 5G, incluindo antenas, equipamentos de rádio e núcleo de rede. Suas inovações tecnológicas são fundamentais para a eficácia e desempenho dessas redes. Empresas como estas projetam e produzem chips, modems e dispositivos que capacitam smartphones, tablets e dispositivos IoT a aproveitar todo o potencial do 5G. O cenário de startups também desempenha um papel significativo, trazendo inovações em áreas como *edge computing*<sup>10</sup>, segurança cibernética e aplicativos especializados para aproveitar as capacidades do 5G. Além disso, as gigantes da tecnologia, como Samsung, Intel e Qualcomm, estão na vanguarda do desenvolvimento de chipsets<sup>11</sup> 5G e soluções de conectividade.

A Qualcomm Incorporated, fundada em 1985 por Irwin M. Jacobs, Andrew Viterbi, Harvey White e Adelia Coffman, é uma empresa multinacional americana especializada em chipsets para telecomunicações. Desde sua origem, foi uma figura central no desenvolvimento e popularização do CDMA, tornando-se uma das principais tecnologias em redes de telefonia móvel. Ao longo dos anos, a empresa expandiu suas operações por meio de aquisições estratégicas, incorporando empresas como Flarion Technologies, Atheros Communications e NXP Semiconductors. Essas aquisições diversificaram o portfólio, abrangendo áreas como conectividade, semicondutores e Internet das Coisas (IoT). A empresa é reconhecida mundialmente por sua liderança em tecnologias sem fio, sendo uma das

---

<sup>10</sup> A Edge Computing, ou computação de borda, é um novo paradigma de computação onde os dados da IoT são processados na periferia da rede (cloud edge), ou seja, na própria fonte onde são gerados ou o mais próximo possível da mesma.

<sup>11</sup> Um chipset é um conjunto de circuitos integrados em um computador ou dispositivo eletrônico que desempenha um papel crucial na comunicação entre diferentes componentes do sistema. Ele funciona como uma ponte que permite a interação eficiente entre o processador (CPU), a memória, os dispositivos de armazenamento, as portas de entrada e saída, e outros componentes

principais fornecedoras de chipsets para dispositivos móveis, incluindo smartphones e tablets. A linha de processadores Snapdragon é amplamente reconhecida por sua eficiência energética, desempenho sólido e recursos avançados.

A Qualcomm desempenha um papel indispensável e exerce forte poder de monopólio sobre os fabricantes de smartphones, incluindo Apple, Google e Samsung. A Qualcomm produz chips de modem 4G globais, que são insumos vitais para smartphones. Em 2017, a Qualcomm detinha mais da metade do market share na indústria de chips de modem (AI; LU, 2019, p. 645).

A Qualcomm também teve um papel fundamental no estabelecimento dos padrões globais de comunicação móvel. A Samsung, por exemplo, mesmo sendo uma fabricante de chipsets, depende dos insumos Qualcomm para produzir os smartphones de alta gama (SRIVASTAVA, 2016). Em resumo, a Qualcomm tem sido uma força motriz significativa na evolução das comunicações móveis, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento de tecnologias sem fio e na criação de padrões globais para a indústria de telecomunicações.

As alianças estratégicas surgem como fatores preponderantes na evolução da tecnologia móvel em todo o mundo. Tais parcerias podem ser interpretadas como colaborações estratégicas entre organizações, com o propósito primordial de potencializar a eficácia de suas ações competitivas, conforme destacado por Hagedoorn e Schakenraad (1992). Ao desempenharem um papel significativo na definição da trajetória da tecnologia móvel, há a criação de um ambiente propício à colaboração entre empresas. Ao unirem forças, as organizações que participam de arranjos estratégicos têm a oportunidade de compartilhar conhecimentos, recursos e *expertise*, fortalecendo assim sua posição no mercado dinâmico da tecnologia móvel.

Sobre as alianças estratégicas, Yoshino (1997) aponta as principais características.

- i) A conservação da independência das firmas depois da formação da aliança;



ii) O compartilhamento dos benefícios e o controle do desempenho das tarefas combinadas – apontado como o traço mais distintivo das alianças;

iii) A continuidade na contribuição por parte das firmas parceiras nas áreas estratégicas cruciais do arranjo.

As alianças estratégicas representam, de maneira geral, uma técnica para empresas avançarem na internacionalização de suas atividades, especialmente quando se considera a disparidade na distribuição geográfica de recursos que impacta a capacidade de inovação (HAGEDOORN & SCHAKENRAAD, 1992). Além disso, por meio dessas parcerias, as empresas podem ampliar seu alcance de mercado e recuperar mais rapidamente os custos associados à inovação, uma consideração relevante diante dos desafios relacionados à recuperação do retorno sobre investimentos em produtos que se tornam obsoletos rapidamente (CHESNAIS, 1996). Em resumo, o mercado de 5G é um ecossistema complexo e colaborativo, onde operadoras, fornecedores de equipamentos e empresas de tecnologia trabalham em conjunto para impulsionar a próxima geração de conectividade móvel. O sucesso desta transição de tecnologia depende da colaboração efetiva entre esses diversos atores privados e públicos dentro do mercado, nacional e internacional.

Além de empresas e governos, outros órgãos também se incluem nessa equação, entre eles, alguns internacionalmente reconhecidos como o 3GPP, e Wi-Fi Alliance. O Third Generation Partnership Project (3GPP) é uma organização dedicada ao desenvolvimento e estabelecimento de padrões para serviços multimídia móveis, tecnologias de acesso por rádio e redes de comunicação móvel. A organização desempenha um papel fundamental na definição de requisitos, tecnologias e protocolos para diversas facetas das redes de comunicação móvel.

Conforme destacado por Gozávez (2015), o 3GPP endossou um cronograma provisório para a padronização da tecnologia celular de quinta geração, também conhecida como 5G. Além disso, o 3GPP está ativamente envolvido na

padronização de tecnologias como Long Term Evolution (LTE)<sup>12</sup>, sistemas New Radio (NR)<sup>13</sup> e técnicas de Multiple-Input Multiple-Output (MIMO)<sup>14</sup>, essenciais para aprimorar a capacidade do sistema e viabilizar funcionalidades avançadas de comunicação. Os esforços da organização estão alinhados com os avanços tecnológicos e as tendências da indústria, visando definir padrões que facilitem a inovação, melhorem o desempenho da rede e atendam aos diversos requisitos de comunicação do futuro. De maneira abrangente, o papel do 3GPP no desenvolvimento de padrões e especificações é crucial para impulsionar o avanço das redes de comunicação móvel, assegurando a interoperabilidade e compatibilidade entre diferentes tecnologias e gerações de redes.

Já a Wi-Fi Alliance, é uma organização global sem fins lucrativos dedicada ao avanço e certificação de tecnologias sem fio. Fundada em 1999, a aliança desempenha um papel crucial na promoção da interoperabilidade e no desenvolvimento de padrões para redes sem fio de todo o mundo. Seu principal objetivo é facilitar uma experiência de conectividade eficiente e segura para os usuários, promovendo a adoção e implementação bem-sucedidas de tecnologias Wi-Fi. A entidade desempenha um papel essencial no cenário tecnológico, onde as redes sem fio tornaram-se ubíquas e desempenham um papel vital na conectividade cotidiana. A organização colabora com diversas partes interessadas, incluindo empresas de tecnologia, fabricantes de dispositivos, provedores de serviços e instituições acadêmicas, para desenvolver e aprimorar padrões Wi-Fi. Um dos principais contributos da Wi-Fi Alliance é a certificação de dispositivos. Sherlock (2017) descreve a missão da Wi-Fi Alliance, destacando seu papel na garantia de interoperabilidade e segurança para dispositivos Wi-Fi. Isso garante que os dispositivos certificados possam se comunicar eficientemente em redes de diferentes ambientes e cenários. A certificação Wi-Fi tornou-se uma marca de confiança para

---

<sup>12</sup> Long Term Evolution (LTE) - Evolução de Longo Prazo - é o termo em inglês para o padrão de comunicação de banda larga sem fio para dispositivos móveis e terminais de dados, baseado nos padrões GSM/EDGE e UMTS/HSPA. Ele melhora a capacidade e a velocidade desses padrões usando uma interface de rádio diferente e melhorias na rede principal.

<sup>13</sup> Essa tecnologia funciona utilizando a modulação, formas de onda e tecnologias de acesso, possibilitando que seja entregue uma alta taxa de dados, desde os que precisam de baixa latência até os que precisam de pequena taxa de dados.

<sup>14</sup> Técnica Multiple-Input Multiple-Output é um sistema desenvolvido para alcançar maiores taxas de transmissão em redes sem fio e é o resultado da constante evolução da tecnologia wireless, em especial do Wi-Fi.

consumidores e profissionais de tecnologia, indicando que os dispositivos atendem aos requisitos de desempenho e segurança estabelecidos pela aliança.

Além disso, a Wi-Fi Alliance está na vanguarda do desenvolvimento de novos padrões sem fio, trabalhando para melhorar a eficiência espectral, aumentar a velocidade de transmissão de dados e garantir a segurança contínua das redes sem fio. Em síntese, a aliança desempenha um papel central na promoção da interoperabilidade, certificação e desenvolvimento contínuo de padrões para tecnologias Wi-Fi. Seu impacto positivo é evidente na experiência diária dos usuários de dispositivos sem fio, proporcionando conectividade eficiente e segura em todo o mundo. O próximo passo é buscar entender como um ator sul-americano como a Intelbras, vem atuando frente a todos esses atores globais na intenção de participar no desenvolvimento da tecnologia no continente sul-americano.

#### **4. Os principais desafios enfrentados no atendimento ao mercado sul-americano de 5G**

A implementação bem-sucedida de serviços 5G no emergente mercado sul-americano enfrenta uma série de desafios multifacetados que se entrelaçam em diversos aspectos cruciais.

No que diz respeito à infraestrutura de rede existente, a transição para a tecnologia mais moderna esbarra em limitações intrínsecas aos sistemas anteriores. A modernização da infraestrutura para acomodar os requisitos do 5G é um desafio logístico e financeiro muito significativo. A necessidade de atualizações substanciais para suportar a demanda crescente por conectividade ultrarrápida constitui também um dos principais obstáculos. A situação da infraestrutura de redes na América do Sul é bastante diversificada, refletindo as características e desafios específicos de cada país.

No Brasil, a disparidade na infraestrutura é evidente, com as áreas urbanas desfrutando de uma boa cobertura, enquanto as regiões rurais enfrentam deficiências significativas. O país tem direcionado investimentos consideráveis, principalmente em fibra óptica, para superar essas disparidades. No entanto, os desafios geográficos, dada a vastidão do território, impactam a velocidade da expansão da infraestrutura. Na Argentina, as restrições econômicas, agravadas por crises recentes, têm impactado severamente os investimentos em infraestrutura, resultando em desafios significativos de conectividade. A concentração do desenvolvimento nas áreas urbanas reflete as desigualdades socioeconômicas exacerbadas pela crise. O Chile destaca-se como líder regional em infraestrutura, impulsionado por uma economia estável, muito aberta a importações e políticas favoráveis a investimentos em tecnologia. A presença de investidores estrangeiros contribui para a modernização das redes, garantindo uma infraestrutura de alta qualidade. Na Colômbia, a ênfase na expansão das redes para áreas rurais supera desafios geográficos. A competição entre operadoras tradicionais, como a Claro, e algumas mais modernas, como a WOM, estimula melhorias na infraestrutura, com foco em tecnologias emergentes. O Peru enfrenta desafios geográficos significativos, com vastas áreas remotas dificultando a rápida expansão da infraestrutura de redes.

O governo implementa iniciativas para melhorar a inclusão digital, priorizando investimentos em regiões carentes de conectividade.

Os requisitos de certificação também emergem como uma área de desafio na prestação de serviços 5G na região sul-americana. A conformidade com normas e regulamentos específicos é vital para garantir a interoperabilidade, a segurança e a qualidade dos serviços oferecidos. No entanto, o processo de certificação pode ser complexo e demorado, adicionando uma camada adicional de complexidade à implementação eficaz do 5G.

Existem várias homologações necessárias para emissões dos mais variados tipos de certificados. Esses certificados, por suas vezes, são exigências das operadoras frente aos fabricantes, pois garantem o bom funcionamento dos produtos frente ao prometido e esperado. Alguns certificados são nacionais, como por exemplo a Anatel no Brasil. O processo de homologação de roteadores pela Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) no Brasil é um dos mais rígidos do mundo e se apresenta como uma etapa crucial para garantir a conformidade desses dispositivos com as normas técnicas e regulamentações do setor de telecomunicações do país.

De acordo com a página oficial do órgão, sendo instituída pela Lei Geral de Telecomunicações (Lei 9.472, de 16 de julho de 1997), a Anatel tornou-se a primeira agência reguladora a ser estabelecida no Brasil, iniciando suas operações em 5 de novembro de 1997. Conforme disposto na Lei 9.472/1997, a Anatel constitui uma entidade integrante da Administração Pública Federal indireta, sujeita a um regime autárquico especial e vinculada ao Ministério das Comunicações. Possuindo independência administrativa e autonomia financeira, a Agência tem a responsabilidade de adotar as medidas necessárias para atender ao interesse público e fomentar o desenvolvimento das telecomunicações brasileiras, agindo com independência, imparcialidade, legalidade, impessoalidade e publicidade.

Dentre as principais atribuições da Anatel, destacam-se:

- Implementar, dentro de suas competências, a política nacional de telecomunicações;
- Representar o Brasil nos organismos internacionais de telecomunicações, sob coordenação do Poder Executivo;
- Gerenciar o espectro de radiofrequências e o uso de órbitas, estabelecendo as normas pertinentes;
- Expedir ou reconhecer a certificação de produtos, seguindo os padrões e normas por ela estipulados;
- Resolver administrativamente conflitos de interesses entre prestadoras de serviços de telecomunicações;
- Combater infrações aos direitos dos usuários;
- Exercer, no âmbito das telecomunicações, as competências legais referentes ao controle, prevenção e repressão de infrações à ordem econômica, excetuando as atribuições do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).

Com sede em Brasília, a Anatel realiza suas atividades de fiscalização e mantém uma presença mais próxima da sociedade por meio de Gerências Regionais e Unidades Operacionais em todas as capitais brasileiras. A Agência se apoia no propósito de impulsionar o desenvolvimento das telecomunicações no país, visando dotá-lo de uma infraestrutura moderna e eficiente, capaz de oferecer serviços adequados, diversificados e acessíveis a preços justos em todo o território nacional. A Anatel também intermedia administrativamente conflitos de interesses entre prestadoras de serviços de telecomunicações, atuando em defesa dos direitos dos usuários dos serviços de telecomunicações. Outra competência da agência é a definição das tarifas dos serviços prestados em regime público.

Como parte desse processo, as empresas interessadas em comercializar produtos de telecomunicações, como por exemplo roteadores, no Brasil devem seguir uma série de passos.

Inicialmente, a empresa submete uma solicitação à ANATEL, acompanhada por uma documentação completa que inclui informações detalhadas sobre o produto. Com manuais, esquemas elétricos e outros dados relevantes. A agência realiza uma

análise rigorosa dessa documentação para assegurar que todos os requisitos técnicos e normativas específicas estejam sendo atendidos. Após a aprovação da análise documental, o roteador é submetido a ensaios laboratoriais em instalações certificadas. Esses ensaios abrangem uma variedade de aspectos, incluindo espectro eletromagnético, compatibilidade eletromagnética e segurança elétrica. O objetivo é garantir que o dispositivo atenda a padrões exigidos para seu funcionamento seguro e eficiente.

Caso o produto passe com sucesso por esses ensaios, se emite o Certificado de Homologação, confirmando que o dispositivo está em conformidade com as regulamentações brasileiras para equipamentos de telecomunicações. Esse certificado é fundamental para a comercialização legal do roteador no mercado brasileiro. Além do certificado, a Anatel emite uma etiqueta de identificação, que deve ser aplicada no dispositivo homologado. Essa etiqueta é uma indicação visual da homologação do produto e reforça a conformidade do roteador com as normas estabelecidas. O processo não se encerra com a homologação. A Anatel realiza monitoramento pós-mercado para garantir que os roteadores continuem em conformidade ao longo do tempo. Não conformidades contínuas podem resultar em penalidades, incluindo a retirada do produto do mercado.

Um exemplo disso ocorreu quando a Superintendência de Fiscalização da Anatel concluiu uma operação de fiscalização sem precedentes nas instalações do centro de distribuição da Multi (anteriormente Multilaser), localizado no município de Extrema (MG). No total, foram identificados e lacrados 112 mil produtos irregulares, estimados em R\$2,3 milhões. Os itens apreendidos incluem carregadores de celulares, drones e dispositivos sem fio, como fones de ouvido, mouses, teclados e caixas de som. A Anatel afirma que a ação fiscal resulta de um trabalho de inteligência do órgão regulador, que detectou indícios de irregularidades na Multilaser.

A operação transcorreu entre 31 de outubro e 8 de novembro de 2023. Segundo o conselheiro Artur Coimbra, essa foi a maior apreensão de dispositivos não homologados realizada pela Anatel em centros de distribuição de produtos eletrônicos e integra o PACP, o Plano de Ação de Combate à Pirataria da agência.

Desde 2018, o PACP retirou do mercado 7,5 milhões de produtos irregulares, totalizando um valor estimado de R\$630 milhões. Em um comunicado, a Anatel recomendou que os consumidores verifiquem a regularidade dos equipamentos adquiridos. Para isso, é crucial confirmar a presença do selo de homologação da agência (localizado no aparelho, na caixa ou no manual do produto) e, em seguida, verificar o código correspondente no portal da Anatel. A Anatel também alertou que a aquisição de um produto não homologado expõe o consumidor a um maior risco de acidentes, uma vez que não há garantias de aprovação do dispositivo nos requisitos mínimos estabelecidos pelo órgão regulador, como os relacionados à segurança elétrica ou aos níveis máximos de emissões de radiofrequência.

Em resumo, o processo de homologação da ANATEL visa assegurar que os produtos comercializados no Brasil atendam a padrões técnicos e regulatórios, promovendo a qualidade e a segurança desses dispositivos nas redes de telecomunicações do país.

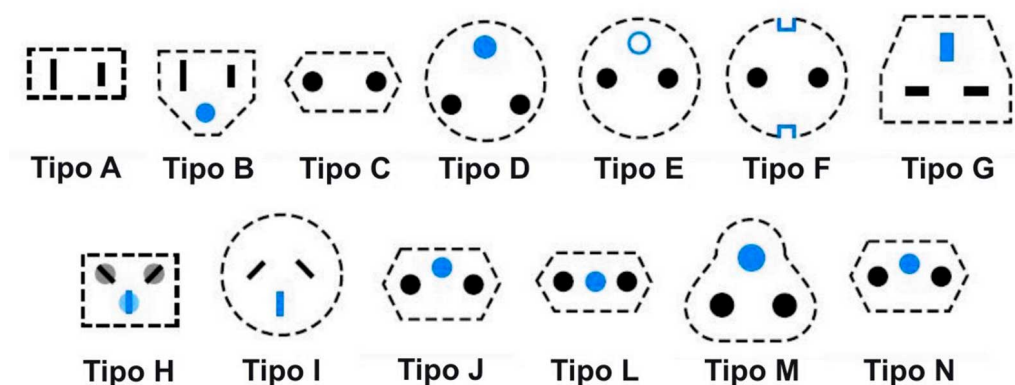
Existem muitos outros órgãos que trabalham buscando garantir a qualidade na América do Sul, podemos citar alguns:

- A SUBTEL é o órgão governamental do Chile encarregado de regular e supervisionar as telecomunicações no país. Desenvolve políticas para o setor de telecomunicações, concede licenças, e promove o desenvolvimento tecnológico e a competição no Chile. Enfoca questões como espectro de radiofrequência, certificação de equipamentos e políticas setoriais.
- A CRC, Comisión de Regulación de Comunicaciones - Comissão de Regulação de Comunicações -, é a entidade reguladora das comunicações na Colômbia. Tem foco específico em áreas como certificação e homologação de dispositivos.
- A URSEC, Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones - Unidade Reguladora de Serviços de Comunicações -, regula e supervisiona os serviços de comunicações no Uruguai, garantindo a qualidade, a segurança e a equidade nos serviços. Concentra-se na regulação e supervisão dos serviços de comunicações, garantindo conformidade com padrões e regulamentos.



Contudo, nem todos os órgãos são focados em questões de telecomunicações, na Argentina, por exemplo, O IRAM, Instituto Argentino de Normalización y Certificación - Instituto Argentino de Normalização e Certificação, é uma entidade argentina responsável por estabelecer normas e certificações para diversos setores, incluindo o elétrico e eletrônico. Ele desempenha um papel crucial na homologação de produtos, garantindo que atendam aos padrões de segurança e qualidade estabelecidos. No contexto de homologação elétrica, o IRAM certifica produtos para garantir que estejam em conformidade com as normas técnicas e regulamentações argentinas. Isso abrange uma variedade de dispositivos elétricos e eletrônicos, assegurando que sejam seguros para uso no país. A certificação do IRAM é um requisito básico para a comercialização de produtos que sejam ligados à energia na Argentina. O ponto de conexão elétrica é um ponto de atenção muito importante, porque existem diferentes padrões de tomada pelo continente

Figura 4 - Tipologia de tomadas



Fonte: Shimosakai, 2022

O Brasil usa o padrão N, enquanto a Argentina usa o padrão I. O Chile usa o padrão C, enquanto o Uruguai utiliza o padrão L. Essa diferenciação gera um desafio no desenvolvimento dos produtos, nas compras de insumos e nas linhas de montagem. No contexto do lançamento de tecnologia, a padronização elétrica refere-se também à uniformidade e conformidade com especificações elétricas, como voltagem, frequência e padrões de segurança, que são cruciais para a integração e operação sem problemas de sistemas tecnológicos.

Outro ponto é o idioma, afinal o Brasil fala português e a grande maioria dos países sul-americanos falam espanhol; ao mesmo tempo, a linguagem tecnológica do mundo é o inglês e a produção é feita na China; ou seja, mais demandas de desenvolvimento de *softwares*, embalagens, manuais, e demais partes nos idiomas específicos dos países foco.

Em resumo, a implementação da tecnologia requer conformidade com rigorosos padrões de certificação, e a falta de padronização elétrica e linguística complica ainda mais esse processo. Esses padrões são essenciais para assegurar que a tecnologia atenda aos requisitos regulatórios e às melhores práticas da indústria, contribuindo para a confiabilidade e desempenho gerais dos sistemas implementados. Da mesma forma, a padronização linguística diz respeito à necessidade de terminologia padronizada, suporte de idiomas e interfaces de usuário, especialmente em ambientes multilíngues ou linguisticamente diversos, para garantir comunicação eficaz e usabilidade da tecnologia implementada (LEITE et al., 2020).

A competição proveniente da China também desempenha um papel significativo nos desafios enfrentados no mercado sul-americano de 5G. Empresas chinesas têm desempenhado um papel proeminente no desenvolvimento e na oferta de tecnologias 5G, o que pode gerar pressões competitivas substanciais para as empresas locais. A ascensão da concorrência chinesa no mercado de tecnologia sul-americano representa um fenômeno significativo, influenciando dinâmicas comerciais, geopolíticas e estratégias de desenvolvimento regional. Um dos setores mais afetados pela influência chinesa é o desenvolvimento e implementação de redes de comunicação, especialmente no contexto da expansão das redes 5G. Bons exemplos de empresas que vêm atacando muito fortemente o mercado sul-americano de redes são a Huawei, a ZTE e a TP-Link, essa última, é a líder global em oferta de serviços e produtos Wi-Fi.

Empresas chinesas têm desempenhado um papel central na provisão de equipamentos e tecnologia para a implementação de infraestrutura 5G em vários países sul-americanos. Essa presença destacada é resultado, em parte, de investimentos substanciais realizados por empresas chinesas na região,

consolidando parcerias e contratos para o fornecimento de tecnologia de ponta. A competição chinesa não se restringe apenas ao fornecimento de equipamentos, estendendo-se à participação em projetos de infraestrutura digital e desenvolvimento de soluções tecnológicas, o que pode gerar dependência tecnológica e desafios para a autonomia tecnológica dos países sul-americanos.

Além disso, a concorrência chinesa também se manifesta no domínio da fabricação de dispositivos eletrônicos, com a presença maciça de produtos chineses no mercado de consumo da região. A oferta de dispositivos eletrônicos a preços competitivos por empresas chinesas têm influenciado as preferências dos consumidores e a dinâmica do mercado local. Esse cenário traz consigo implicações consideráveis para os países sul-americanos, exigindo uma cuidadosa consideração de questões relacionadas à segurança cibernética, dependência tecnológica e equilíbrio geopolítico. O desafio reside em encontrar um ponto de equilíbrio entre aproveitar os benefícios da inovação tecnológica chinesa e mitigar os riscos associados à dependência excessiva de um único player no cenário tecnológico regional.

Em suma, a presença crescente da concorrência chinesa no mercado de tecnologia sul-americano representa uma transformação significativa, moldando a forma como os países da região abordam o desenvolvimento tecnológico, a segurança e a autonomia digital. Essa dinâmica complexa exige uma abordagem estratégica e equilibrada para maximizar oportunidades e gerenciar os desafios inerentes a essa nova era de interconexão global.

#### **4.1. A Intelbras e suas ações para abertura do mercado de 5G.**

A Intelbras S.A., empresa de renome no panorama empresarial brasileiro, emerge como um símbolo de inovação e resiliência ao longo de décadas de atuação. Fundada em 1976, a empresa trilha uma jornada que transcende a mera oferta de produtos e serviços de telefonia, estabelecendo-se como uma referência na integração de soluções tecnológicas para segurança, telecomunicações e energia. O embrião da Intelbras remonta a uma pequena iniciativa em São José, Santa Catarina, quando foi criado um empreendimento focado em centrais telefônicas, que ainda eram feitas de madeira, buscando atender o mercado público. A partir dessa modesta origem, a empresa floresceu, expandindo seu escopo de atuação e diversificando sua gama de produtos.

O caminho da Intelbras é marcado por uma contínua busca por inovação, consolidando sua posição como uma das líderes no cenário tecnológico nacional. Ao longo dos anos, a empresa ajustou sua estratégia para abranger um espectro diversificado de soluções, desde sistemas de segurança eletrônica, onde a Intelbras se notabiliza por oferecer uma extensa linha de câmeras de vigilância, alarmes e sistemas de monitoramento, fornecendo soluções eficientes para proteção patrimonial e corporativa, passando por produtos de comunicação como centrais telefônicas, rádios comunicadores, roteadores e switches, e chegando à energia solar, onde em consonância com o compromisso sustentável, a empresa adentra o campo das energias renováveis, contribuindo para a construção de uma matriz energética mais limpa e eficiente. Não menos importante, em sintonia com as tendências contemporâneas, a Intelbras se destaca na oferta de dispositivos de automação residencial IoT, proporcionando soluções inteligentes para o cotidiano.

No cenário nacional, a empresa se posiciona como uma protagonista na promoção da inovação e no fomento à tecnologia de ponta. O comprometimento da Intelbras com a pesquisa e desenvolvimento reflete-se em parcerias estratégicas e na constante atualização de seus produtos. Contudo, no âmbito internacional, a Intelbras ainda não é um ator dos mais relevantes em todas essas áreas, sendo considerada entrante na maioria dos mercados. Hoje está presente em mais de 20 países entre América do Sul, América Central e África, contudo, segue trabalhando

para um dia alcançar a liderança também nestes mercados. Por esse objetivo, a Intelbras vem buscando diversificar seus meios de expansão internacional, para além da expansão orgânica através da exportação, a empresa vem buscando ampliar seus horizontes, e para isso está apostando inclusive em aquisições. Em outubro de 2023, por R\$24 milhões, firmou a aquisição de 55% do capital social da colombiana Allume Holding, que atua nos segmentos de segurança eletrônica, redes, comunicação, automação predial e gestão de energia, oferecendo produtos de marca própria e de terceiros.

Outra maneira de se internacionalizar com mais velocidade, é através de parcerias estratégicas, assim como já abordado. E em parcerias estratégicas, hoje a Intelbras conta com uma empresa que entende muito do mercado, a gigante Qualcomm, que é amplamente conhecida por licenciar suas tecnologias para outras empresas, gerando receitas significativas por meio de acordos de licenciamento de propriedade intelectual. Assim sendo, no ano de 2021, em meio a um cenário caótico devido à pandemia da Covid-19, a qual afetou muito o caminho de evolução da tecnologia no mundo, o mercado testemunhou uma colaboração estratégica significativa entre a Qualcomm, e a renomada empresa brasileira Intelbras.

O setor de tecnologia e telecomunicações enfrentou desafios consideráveis durante a pandemia, com a necessidade de adaptação das operações antes realizadas e pela busca por soluções inovadoras para atender às demandas do mercado, agora em crise (Rodrigues, 2023).

Este acordo envolve a liberação de uso da licença da tecnologia de quinta geração de serviços móveis (5G) da Qualcomm pela Intelbras, tornando-se a primeira parceira exclusiva da Qualcomm para a linha 5G na América do Sul. Essa aliança estratégica colocou a empresa brasileira em posição de destaque para produzir equipamentos e dispositivos de última geração, tanto para operadoras de telecomunicações quanto para o consumidor final dentro do território nacional, consolidando assim a sua posição em meio à iminente entrada de demanda de 5G no continente sul-americano.

Ao investir cerca de 1 bilhão de reais na parceria, a Intelbras demonstra seu comprometimento em buscar a liderança na transição do 4G para o 5G no país. Com seis unidades fabris em expansão, mais de cinco mil colaboradores e projetos ambiciosos em vista, a empresa busca não apenas fornecer infraestrutura para o desenvolvimento 5G, mas também abocanhar uma parte significativa da crescente demanda por essa tecnologia nos próximos anos. Este movimento não apenas posicionou a Intelbras como uma figura chave na implantação da quinta geração de redes móveis no Brasil, mas também destaca a relevância da Qualcomm como uma gigante tecnológica global.

Tal parceria estratégica e contrato inclui a produção do primeiro módulo 5G pela Intelbras, impulsionando oportunidades inovadoras no mercado tecnológico brasileiro e representando um avanço notável no desenvolvimento da infraestrutura de comunicação. Ainda, a parceria visa massificar os serviços 5G, especialmente em áreas onde a banda larga fixa enfrenta desafios, atendendo à crescente demanda por conexões em tempo real e alta velocidade. Ao fabricar produtos como o roteador 5G, a Intelbras, com suporte da Qualcomm, vem buscando se preparar para ajudar a democratizar o acesso à internet no país, expandindo a conectividade para áreas atualmente não atendidas.

Os investimentos em infraestrutura, contratação de colaboradores e desenvolvimento de tecnologias demonstram o interesse da empresa nacional em liderar a revolução 5G no Brasil. Além disso, a visão compartilhada de levar a conexão onde ela ainda não está disponível ressalta o caráter inclusivo dessa estratégia, buscando impactar positivamente comunidades em todo o país. Este foi um marco crucial no cenário de telecomunicações brasileiro, onde as empresas se alinharam para desempenhar um papel proeminente no futuro da conectividade 5G na América do Sul.

A implementação da tecnologia 5G é uma tendência global e tem implicações significativas em diversas indústrias as quais necessitam desse passo tecnológico para suprir suas demandas regionais e internacionais, incluindo empresas do ramo de telecomunicações, Internet das Coisas (IoT), automação industrial e muito mais. O mercado de tecnologia 5G envolve a criação e estruturação de uma rede de

infraestrutura a fim de oferecer velocidades de conexão mais rápidas, menor latência e maior capacidade para suportar uma ampla gama de dispositivos conectados simultaneamente. Tal tendência global já é realidade consolidada em demais partes do mundo, e cabe aos atores atuantes no mercado sul-americano o compromisso de alcançar o patamar de nações vizinhas. Nesse cenário, olhar para a estrutura e operações de uma empresa como a Intelbras e analisar sua tomada de decisão se torna necessário para compreender como grandes empresas latino-americanas realizam suas atividades e ações estratégicas em um mercado competitivo e altamente moderno.

A implementação da quinta geração de redes móveis pode abrir oportunidades para desenvolvimento e venda de produtos compatíveis com tal tecnologia, como câmeras de segurança, dispositivos IoT e equipamentos de rede, a fim de melhor atender a demanda crescente. Para entendermos melhor o cenário de evolução das redes, em seguida será exposta uma análise sobre entrevista semi-estruturada realizada com um engenheiro de aplicação de campo da Intelbras.

## 4.2 Análise da entrevista semiestruturada

O relato do engenheiro entrevistado proporciona uma imersão reveladora na progressão tecnológica das redes móveis, destacando-se como um documento que transcende a mera narrativa temporal. Com uma carreira que abrange desde o embrião do 2G até os desafios contemporâneos do 5G, o entrevistado oferece uma análise meticulosa das transformações, não apenas em termos técnicos, mas também em aspectos sociais e pessoais.

A jornada inicia-se no cenário rudimentar do final de 2003, quando o 2G predominava na tecnologia CDMA da Vivo. A retrospectiva revela a ingenuidade da época, onde conceitos hoje consagrados como navegação web eram, ainda então, experimentos incipientes. A voz reinava soberana, com serviços de dados limitados e uma navegação restrita a páginas WAP, a partir disso o 3G surge como uma transição notável, introduzindo melhorias na comunicação, fluxo de sinalização e a incipiente navegação web. Contudo, permanece a ênfase na voz, refletindo as demandas da época. Ainda sobre as tecnologias básicas, cita-se a Qualcomm como uma das empresas que mais lucrou com royalties de suas tecnologias patenteadas à época.

Com o advento do 4G, o engenheiro destaca a transição para uma rede puramente IP, marcando uma mudança significativa para a transmissão de dados em pacotes. A narrativa evidencia a complexidade de integrar voz nesse ambiente, elucidando a implementação do VoLTE como uma solução, abrindo caminho para uma análise mais profunda das estratégias adotadas pelas operadoras diante dessa evolução tecnológica.

A reflexão sobre o atual cenário das redes móveis destaca a relevância crescente da conectividade, especialmente evidenciada pela pandemia. A analogia com a importância dos serviços de emergência ressalta o papel crucial das telecomunicações, sublinhando não apenas sua evolução técnica, mas sua contribuição para a resiliência da sociedade em situações críticas.



A transição das tecnologias CDMA para GSM, com ênfase nas peculiaridades brasileiras, oferece uma visão única dos desafios enfrentados pelo setor. A competição acirrada, a pressão por prazos desafiadores e a migração para uma tecnologia mais segura evidenciam não apenas a dinâmica técnica, mas as estratégias comerciais e as necessidades de adaptação do mercado local.

A análise pessoal do entrevistado adiciona camadas de profundidade à narrativa. A percepção do imediatismo atual, a sensibilidade à latência e a demanda crescente por velocidade refletem não apenas uma evolução tecnológica, mas uma transformação na mentalidade do usuário contemporâneo. A geração atual, mais informada e exigente, emerge como um fator determinante nas expectativas em relação à tecnologia.

A seção dedicada ao 5G abre uma janela para o futuro das redes móveis. O engenheiro adota uma perspectiva ponderada, destacando a expectativa inicial e contrastando-a com a realidade atual. A análise crítica sobre a prontidão da infraestrutura e a atual ênfase em aspectos como a ultra baixa latência indica uma compreensão profunda das complexidades envolvidas na implementação do 5G.

A reflexão sobre a chegada do 5G transcende o mero exame técnico, mergulhando nas complexidades do ecossistema tecnológico e suas implicações econômicas com a percepção de que o mundo está em processo de adaptação ao 5G, uma tecnologia que oferece uma gama de recursos para a qual a sociedade ainda não estava plenamente preparada. Essa observação inicial ressalta não apenas o progresso técnico, mas também os desafios inerentes à implementação rápida de uma infraestrutura tão avançada.

A perspectiva pessoal, ao expressar a opinião de que o 5G está mais direcionado para o B2B<sup>15</sup> do que para o B2C<sup>16</sup> revela uma visão mais pragmática sobre a aplicabilidade imediata da tecnologia. A análise destaca a possibilidade de maior benefício em ambientes empresariais, onde a ultra baixa latência e a alta

---

<sup>15</sup> B2B - Business to Business - Modelo de negócio que se vende da empresa para outra empresa.

<sup>16</sup> B2C - Business to Customer - Modelo de negócio que se vende da empresa para o consumidor final.

velocidade do 5G podem ser mais aproveitadas. A menção específica a setores como jogos online e corretoras de ações online ressalta a necessidade de uma resposta rápida, situando o 5G como um facilitador crucial nesses contextos.

A abordagem financeira é enfatizada quando o engenheiro discute o custo substancial associado ao 5G, tanto para as operadoras quanto para as empresas em geral. A análise sensata explora a relação entre o investimento necessário para implementar o 5G e os potenciais benefícios econômicos. A menção ao *edge computing* como uma solução para a ultra baixa latência destaca o compromisso adicional das provedoras de infraestrutura de criar mais núcleos de rede, gerando uma reflexão sobre os desafios logísticos e econômicos envolvidos nesse processo. A metáfora da distância como um fator complicado na garantia da ultra baixa latência acrescenta uma camada de complexidade à análise, junto a isso, a preocupação com o tempo adicional necessário para a transmissão de dados entre o servidor e a rede local destaca a necessidade de uma infraestrutura ainda mais robusta.

A visão de que o mundo ainda está "engatinhando" no 5G e na compreensão total do que ele pode proporcionar reflete uma postura cautelosa. A ênfase na preparação do ecossistema para tirar o máximo proveito do 5G, evidenciada pela indecisão nas operadoras sobre como investir e no que apostar, aponta para um período de experimentação e adaptação. Existe ainda a falta de clareza tanto para clientes quanto para operadoras. A referência à situação nos Estados Unidos, com a questão do lançamento de fibra óptica, acrescenta uma dimensão geográfica ao desafio, ilustrando que as variáveis locais desempenham um papel crucial na adoção do 5G.

Em resumo, a entrevista nos oferece uma visão multifacetada do 5G, indo além das considerações técnicas para explorar as dinâmicas econômicas, logísticas e a necessidade de adaptação do ecossistema global. Essa perspectiva, ancorada na experiência prática e no discernimento, contribui para uma compreensão mais profunda dos desafios e oportunidades inerentes à próxima geração de tecnologia móvel.

A preocupação social é habilmente integrada à análise, com a consideração dos impactos da automação e da virtualização das redes, assim antecipa-se os desafios relacionados ao desemprego, destacando a inevitabilidade dessa revolução tecnológica.

Em conclusão, a narrativa transcende a simples crônica da evolução das redes móveis, emergindo como uma análise plural que entrelaça técnica, social e pessoal. Sua jornada reflete não apenas a transformação das telecomunicações, mas a intrincada interconexão entre inovação tecnológica e sociedade, proporcionando uma compreensão profunda e abrangente do panorama dinâmico das redes móveis.

## 5. Conclusão

Esta pesquisa empreende uma jornada na compreensão da progressão da infraestrutura de redes móveis na América do Sul, adotando uma abordagem exploratória-descritiva. O escopo da análise abrange a evolução desde as fases primordiais das redes analógicas até as implementações mais contemporâneas das tecnologias digitais, abrangendo 2G, 3G, 4G e, de maneira preeminente, a quinta geração (5G), com uma ênfase particular sobre a Intelbras, reconhecida como a única entidade na América do Sul que realiza a produção de módulos 5G para dispositivos FWA. A conjuntura social atual revela uma interconexão crescente e uma evolução tecnológica constante nos meios de comunicação, engendrada pelos avanços nas tecnologias de telecomunicação ao longo das últimas décadas, transmutando o globo em uma vasta rede global propiciadora de interações incessantes entre atores diversos, tais como indivíduos, entidades empresariais e entes governamentais, originários de distintas latitudes e longitudes geográficas.

Neste caminho, o setor de telecomunicações na América do Sul desempenhou um papel crucial no impulsionamento do desenvolvimento econômico e social nos últimos anos. Sua expansão significativa permitiu a criação e estruturação de uma variedade de aplicativos, serviços e conteúdo digital acessíveis à população e às empresas, resultando na geração de novas oportunidades de emprego e no crescimento de setores diretamente impactados por esses avanços, como comércio eletrônico, marketing empresarial, publicidade, influenciadores digitais, entre outros, todos fortemente influenciados pelos avanços da tecnologia 5G no continente sul-americano, com empresas como a brasileira Intelbras desempenhando papéis-chave.

O segundo capítulo fornece um histórico da tecnologia de redes móveis no continente sul-americano, analisando a transição das redes analógicas para as redes modernas, como 2G, 3G, 4G e, por fim, a 5G. Por meio dessa análise, torna-se evidente que a transição de redes analógicas para digitais impactou significativamente vários setores da sociedade, incluindo telecomunicações, educação, saúde e cultura. Por sua vez, o desenvolvimento da tecnologia 5G traz também a possibilidade de conectar um grande número de dispositivos de maneira

simultânea e muito mais confiável do que as tecnologias anteriores, isso permite a transmissão instantânea de grandes volumes de dados em tempo real, potencializando a revolução nas redes de comunicação ao fornecer conectividade mais rápida e confiável.

O terceiro capítulo aborda o estado atual do desenvolvimento da tecnologia 5G no continente sul-americano e uma análise dos principais atores desse mercado. Em geral, a América do Sul tem testemunhado um aumento significativo no acesso à internet nos últimos anos, impulsionado pelo crescimento da penetração de dispositivos móveis e pela expansão das redes de banda larga. Nações como Brasil, Argentina e Chile têm uma infraestrutura digital mais consolidada, enquanto outras, como Bolívia e Paraguai, ainda enfrentam desafios significativos nesse sentido. Os mapas apresentados ilustram bem a situação no continente. A indústria de telecomunicações na América do Sul possui diversos atores públicos e privados que atuam dentro do mercado, desempenhando papéis importantes na oferta de serviços para a população e para as empresas. No cenário público, empresas estatais têm a atribuição de promover a infraestrutura essencial para garantir serviços de comunicação e internet, tanto em áreas urbanas e grandes centros como em áreas isoladas, estratégicas ou restritas.

No cenário privado, diversas são as empresas que se mesclam no fornecimento de tecnologia e de serviços de telecomunicações. Atores multinacionais e globais exercem influência substancial na conjuntura sul-americana, sendo fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico. Assim como em outros continentes, as empresas de telecomunicações chinesas estão competindo no mercado sul-americano há duas décadas, com um desempenho significativamente forte e presente. Além disso, gigantes da tecnologia, como Samsung, Intel e Qualcomm, estão na vanguarda do desenvolvimento de chipsets 5G e soluções de conectividade.

As alianças estratégicas representam também, de maneira geral, uma técnica para empresas avançarem na internacionalização de suas atividades, especialmente quando se considera a disparidade na distribuição geográfica de recursos que impacta a capacidade de inovação.

O quarto capítulo delineou os principais desafios enfrentados para atender ao mercado sul-americano de 5G e como a empresa brasileira Intelbras se posiciona e atua nesse mercado tecnológico. A implementação bem-sucedida de serviços 5G no emergente mercado sul-americano enfrenta assim uma série de desafios multifacetados que se entrelaçam em diversos aspectos cruciais, como por exemplo no que diz respeito à infraestrutura de rede existente, onde a transição para a tecnologia mais moderna esbarra em limitações intrínsecas aos sistemas anteriores. A modernização da infraestrutura para acomodar os requisitos do 5G é um desafio logístico e financeiro muito significativo. A necessidade de atualizações substanciais para suportar a demanda crescente por conectividade ultrarrápida constitui também um dos principais obstáculos.

No Brasil, a disparidade na infraestrutura é evidente, com as áreas urbanas desfrutando de uma boa cobertura, enquanto as regiões rurais enfrentam deficiências significativas. O país tem direcionado investimentos consideráveis, principalmente em fibra óptica, para superar essas disparidades. No entanto, os desafios geográficos, dada a vastidão do território, impactam a velocidade da expansão da infraestrutura.

Foram encontradas algumas limitações durante a pesquisa, uma delas foi a impossibilidade de obter mais entrevistas, que reforçariam com mais firmeza a argumentação apresentada nos capítulos. Seria muito valoroso, contudo, tornaria o trabalho demasiadamente extenso. Outra limitação pontual foi a ausência de mais detalhes sobre a estrutura da Intelbras, seria interessante trazer à luz como funciona a estrutura organizacional da empresa, contudo, Rodrigues (2023) disserta bem sobre o tema e traz esclarecimentos importantes sobre a cultura que a Intelbras vem expondo no momento de definir seus negócios e ações.

Na entrevista semiestruturada, o engenheiro entrevistado discute a evolução das redes móveis desde o início de sua carreira em 2003. Se destaca a transição das tecnologias 2G, 3G e 4G, destacando a mudança de redes baseadas em circuitos para redes IP ao alcançar o 4G, proporcionando maior eficiência na utilização de recursos. É ressaltada a importância da voz nas primeiras gerações e a

migração para o VoLTE no 4G. Também é abordada a transição da rede CDMA para o GSM em 2006 devido a desafios no CDMA, como altos custos e questões de segurança. Ao ser perguntado qual a mudança ele poderia destacar, sobre sua experiência pessoal para com a evolução das redes, é trazido o aumento do imediatismo, municiado pela sensibilidade à latência e a expectativa de resposta imediata, bem como a mudança na natureza da comunicação online, com ênfase em imagens e conteúdos gráficos ao invés de puramente textos.

Quanto ao 5G, são expressadas expectativas iniciais que não foram totalmente atendidas devido à infraestrutura não estar totalmente preparada para a chegada, e a convergência com a tecnologia. Ele observa que o 5G inicialmente está focado em trabalhar como ultra banda larga, mas acredita que os benefícios mais significativos, como a ultra baixa latência, se tornarão mais evidentes nos próximos cinco anos, sugere então que o 5G, com seus recursos, é mais voltado para empresas do que para consumidores, destaca ainda os benefícios do 5G, enfatizando a praticidade para clientes e operadoras, eliminando a necessidade de passagem de cabos em apartamentos e reduzindo o número de insumos e técnicos no campo. No entanto, aponta o desafio do alto custo do roteador 5G e a necessidade de barateamento da tecnologia, citando desafios de investimento e a necessidade de adaptação do ecossistema.

A partir daí, disserta sobre as incertezas em torno do 5G, especialmente em relação à falta de clareza para clientes e operadoras, destacando desafios como o alto custo, a necessidade de edge computing e a dependência da infraestrutura existente. também discute a tendência de virtualização e autonomia das redes 5G, prevendo uma transição para uma rede totalmente autônoma com o avanço do machine learning e da inteligência artificial. O entrevistado expressa ainda preocupações sociais relacionadas ao desemprego e à extinção de postos de trabalho devido à automação na evolução do 5G, mas reconhece que é um caminho sem volta devido à natureza exponencial da tecnologia.

Além dos desafios supracitados, existem outras barreiras como as homologações necessárias para emissões dos mais variados tipos de certificados. Que por suas vezes, são exigências das operadoras frente aos fabricantes, pois

garantem o bom funcionamento dos produtos frente ao prometido e esperado. O ponto de conexão elétrica é outro ponto de atenção muito importante, porque existem diferentes padrões de tomada pelo continente sul-americano, além disso, se esbarra na barreira do idioma, afinal o Brasil fala português e a grande maioria dos países sul-americanos fala espanhol; ao mesmo tempo, a linguagem tecnológica do mundo é o inglês e a produção é, muitas vezes, feita na China; ou seja, mais demandas de desenvolvimento de softwares, embalagens, manuais, e demais partes nos idiomas específicos dos países foco.

A competição proveniente da China também desempenha um papel significativo nos desafios enfrentados no mercado sul-americano de 5G. Empresas chinesas têm desempenhado um papel proeminente no desenvolvimento e na oferta de tecnologias 5G, o que pode gerar pressões competitivas substanciais para as empresas locais. Ainda ocorre, que no âmbito internacional, a Intelbras ainda não é um ator dos mais relevantes em todas essas áreas, sendo considerada entrante na maioria dos mercados. Hoje está presente de maneira tímida no mercado de Redes de mais de 20 países entre América do Sul, América Central e África, contudo, aos poucos segue trabalhando para um dia alcançar a liderança também nestes mercados.

Sabe-se que uma maneira de se internacionalizar com mais velocidade é através de parcerias estratégicas, e hoje a Intelbras conta com uma empresa que entende muito do mercado, a gigante Qualcomm, que é amplamente conhecida por licenciar suas tecnologias para outras empresas, gerando receitas significativas por meio de acordos de licenciamento de propriedade intelectual. Da mesma maneira, os investimentos em infraestrutura, contratação de colaboradores e desenvolvimento de tecnologias demonstram o interesse da empresa nacional em liderar a revolução 5G no continente sul-americano. Além disso, a visão compartilhada de levar a conexão onde ela ainda não está disponível ressalta o caráter inclusivo dessa estratégia, buscando impactar positivamente comunidades em todo o país. Este vem sendo um marco crucial no cenário de telecomunicações sul-americano, onde as empresas vêm se alinhando para desempenhar um papel proeminente no futuro da conectividade 5G no continente. Portanto conclui-se que a Intelbras, visando se tornar um grande ator no continente sul-americano, deve cada vez mais antever os



movimentos e já se preparar em questão aos desafios previamente apresentados, de tal maneira, cada vez mais mirar o mercado internacional como oportunidade de expansão e então preparar seus recursos financeiros e profissionais, produtos e serviços para atenderem às demandas que surgiram - e surgirão - com a evolução das redes no continente.

## 6. Anexo 1 - Entrevista semiestruturada

Perfil do entrevistado: Engenheiro de Aplicação de Campo da Intelbras, atua dentro do segmento de 5G, na unidade de Redes.

**PERGUNTA 1:** “Como você, como engenheiro de redes, vivenciou a transição das redes móveis desde quando começou a acompanhar? Quais as principais mudanças que reconhece tecnicamente e pessoalmente?”

**RESPOSTA 1:** “Eu efetivamente comecei ali no final de 2003, abordando a rede 2G ainda, mas a rede 2G no CDMA, que era a rede da vivo. E era bem arcaico, mas só que a gente, como estava no contexto, não percebia o quão arcaico era isso. Eram testes muito simples, eram abordados principalmente serviços como voz, que era o principal pilar das redes legado, a voz e alguns serviços que até então eram novos, como o SMS e algum resquício de serviço de dados.

Na época eram dados por circuito, que prevaleceu até o 3G ali. Então a gente vivenciava um pouco dessa experimentação do que era a navegação de dados, mas de uma maneira bem limitada no 2G mesmo, como em uma página WAP, coisas bem primitivas, diferentes do que é hoje o considerado navegar na internet, né? Então, o 2G, foi a tecnologia que começou a proporcionar um pouco ali do que é realmente a navegabilidade, acesso a dados móveis... mas sempre muito focado ali no pilar de voz. No 3G, a gente evoluiu um pouco mais pra parte de dados, a gente melhorou também toda a parte de comunicação da rede com os dispositivos móveis. Teve uma melhora ali no fluxo de sinalização, mas trouxe um pouco mais de qualidade também na navegabilidade. Ali já começa a ver alguns indícios ali de navegação WEB, você começa a migrar do WAP por uma navegação puramente WEB. Mas ainda muito preso naquela do âmbito de rede, naquela conexão por circuito, onde você precisaria alocar um recurso de rede permanente ocupando aquele aquele espaço ali mesmo que sem que ninguém usasse. Então você consumia muito recurso de rede ali, de espectro. Ainda tinha no 3G um grande foco em voz porque era a coisa do momento, os dados ainda estavam em uma transição. A voz era muito importante, então você tinha muito foco ali.

No 4G, na rede 4G em si, aí sim virou uma rede puramente por pacotes, uma rede puramente IP. Começa realmente a convergir a rede móvel para uma rede IP e então se ganha muita qualidade nisso, você começa a particionar todas as informações em pacotes e para gerenciar isso, otimizar espectros e recursos de rede é muito melhor, mas continuava ainda, nos primórdios do 4G, necessitando de voz.

Aí, o que é que você tinha? Duas soluções. A primeira é fazer um fallback pro 3G, regredir o seu dispositivo móvel para a rede 3G, estabelecer aquela conexão por circuito para garantir voz ou então, como operadora, investir uma grana pesada na implantação de uma plataforma IMS, que é o *IP Multimedia Subsystem*<sup>17</sup>, que é a plataforma onde se trata as mídias. Ela consegue tratar sua voz como pacote e fazer o intercâmbio com redes legado. Então, ela traduzia a comunicação por circuito, através de gateways e elementos ali dentro dela e conseguia equiparar as 2. Você tinha voz por pacote de dados, o que se chama VoLTE - Voice over LTE. Tendo o VoLTE se conseguia ainda conversar com redes legado em função da atuação do IMS.

O 4G é uma evolução. Hoje o pessoal está muito por dentro do que é a tecnologia porque está vivenciando, então você acaba criando esse conhecimento, afinal você é inundado de informações que te permitem também fazer essa avaliação, mesmo sem estar no nicho, né? Hoje você trabalha, estuda, namora, conversa, faz tudo pela internet. E a pandemia deu um choque muito absurdo, eu tinha um chefe que falava sobre a medicina, que o trabalho do médico é louvável, salva vidas, etc... mas já parou para pensar no trabalho do pessoal de telecomunicações que aproxima pessoas que estão do outro lado do mundo? Que também salva-vidas quando você liga pro SAMU<sup>18</sup>, você pode estar sem rede, mas o serviço de emergência funciona, vai aos trancos e barrancos, pega os resquício de rede ali e funciona.

Essa plataforma de urgência prevalece hoje em dia, é o que a gente tem visto. Muitas operadoras estão tentando se livrar totalmente do 3G, porque sinceramente,

---

<sup>17</sup> IP Multimedia Subsystem - Arquitetura de framework para entregar protocolo de internet multimídia para usuários móveis.

<sup>18</sup> SAMU - Serviço de Atendimento Móvel de Urgência. Serviço brasileiro de atendimento de urgência médica pré-hospitalar.

hoje o 3G é única e exclusivamente para garantir voz para o cliente. É uma rede que está ali só para isso, e as operadoras estão querendo se livrar dela e tornar a voz totalmente “over IP”. Mas tem um problema muito maior, têm até várias discussões. Sabe-se que o 3G vai ser desligado antes do 2G porque o 2G tem muito equipamento M2M, *Machine to Machine*, em cima dele, então você tirar esses equipamentos M2M da da rede 2G é muito mais complexo. Muitas vezes são equipamentos que estão instalados em locais insalubres de pouco acesso, dentro de máquinas... então você fazer essa essa migração para tecnologias mais novas é muito mais complexo. Então o 2G eu acho que ainda vai ficar um pouco ali em função dos M2M.

O 4G já ofereceu uma boa qualidade de tráfego de dados, trouxe vários tipos de aproveitamento de redes, como aumento da modulação, utilização de várias antenas, no caso o Mi-Mo<sup>19</sup>, então tem várias características ali que fazem você otimizar a velocidade dos dados e o tráfego de pacotes na rede. Então se salta do 2G, ali, numa rede puramente por circuito, com foco em voz... o 3G ainda preso em voz e o 4G já te abre o horizonte por ser uma rede puramente IP.

É muito interessante, porque ali em 2004, 2005, no CDMA, a gente já estava experimentando a terceira geração, o 3G no CDMA, era o EVDO<sup>20</sup>. O 2G do CDMA era IS-95<sup>21</sup>, que depois teve uma pequena evolução para o 1xRTT<sup>22</sup>. E então passou para a terceira geração, que era o EVDO.

Só que a única operadora no Brasil que usava isso era a Vivo, e que tinha um calcanhar de Aquiles, um não, dois, né? O primeiro é o CDMA, que você tinha que pagar royalties para a Qualcomm. Era uma tecnologia patenteada, e eles surfavam na crista da onda com isso. Eles reinavam de maneira mais absoluta no passado. Sempre estiveram na vanguarda, então conseguiram se manter ali em cima em várias frentes, né?

---

<sup>19</sup> MiMo - Multiple inputs, multiple outputs. Conceito que define mais de uma antena de envio e mais de uma antena de recebimento de sinal em determinado aparelho

<sup>20</sup> EVDO - Evolution-Data Optimized. Tecnologia que possibilita a transmissão de dados via redes móveis a até 2,4 Mbps

<sup>21</sup> IS-95 - o primeiro padrão digital baseado em CDMA, teve como pioneira a Qualcomm

<sup>22</sup> 1xRTT - Também conhecido como CDMA 2000. É um sistema que surgiu para fornecer aos usuários um acesso pelo terminal móvel com uma taxa de 144 kbps.

E o segundo era o alto, o alto índice de clonagem e a falta de segurança. O alto índice de clonagem de linhas no CDMA. Isso de uma visão de quem estava trabalhando ali na época, na Vivo, na época dessa migração. Eu vi que a vivo ficou contra a parede e precisou migrar para a rede GSM em 2006. Foi bem interessante porque na época o vice-presidente de rede era o Javier, o espanhol. Ele lançou o desafio que era deixar essa rede GSM de pé em 6 meses, o que foi feito. E, cara, botar uma rede em 6 meses de pé, saindo de uma tecnologia, indo para outra ainda, né? Você estava no CDMA, então ir para o GSM foi bem desafiador. E vamos dizer que eu trabalhei um bocado aí nesse processo também

Sobre as mudanças que eu notei, falando mais pessoalmente, eu costumo falar que essa evolução da tecnologia trouxe pra gente o imediatismo. É que hoje você está muito mais sensível à latência, ao tempo de resposta, você quer tudo muito mais rápido. O tempo que você esperava para carregar uma página ali nos primórdios 1, 2 e 3G, hoje é inadmissível.

A evolução das tecnologias trouxe para a gente mais conhecimento também hoje em dia a gente está muito mais por dentro da tecnologia, principalmente em função da disseminação da internet. Você tem acesso a tudo e consegue, talvez não de uma maneira aprofundada, mas ter pelo menos uma visão geral do que é cada coisa e o que esperar de cada coisa. A gente está em uma geração bem exigente em função do volume de conhecimento, de coisas que são entregues para a gente. Então a gente consegue ali saber o mínimo que você espera das coisas e uma das áreas muito exigidas sobre o mínimo que se espera é a tecnologia de telecomunicações, tanto é que são as empresas que estão no topo das reclamações do Reclame Aqui. Então, ou seja, as pessoas têm muita consciência do que precisa ser entregue e como deve ser entregue, e se isso não é entregue, tem gente reclamando.

Esse imediatismo traz junto uma crise de ansiedade, digamos. E a necessidade de ter imagem, de ter detalhes... antigamente, ali você carregava webpage era só descritivo, só letras, textos. Então, a partir do momento que foi

começando a trazer imagens o poder de imersão da duma página cresceu exponencialmente, né?”

**PERGUNTA 2:** “Como você, como engenheiro de redes, vivenciou a transição das redes móveis desde quando começou a acompanhar? Quais as principais mudanças que reconhece tecnicamente e pessoalmente?”

**RESPOSTA 2:** “O 5G, cara.... a gente tinha uma expectativa muito grande nele. Quando se começou a falar de 5G, a infraestrutura em torno do 5G ainda não estava preparada. Ele trazia muitas coisas, traz muitas coisas, como ultra banda larga, latência ultra baixa, o *Massive Machine-Type Communication*<sup>23</sup>. Só que a gente esbarrou em várias coisas. A gente tem recursos para aplicar isso hoje? A gente tem soluções que já preveem o 5G? Eu acho que não. Acho que o 5G chegou para permitir apenas as soluções em cima principalmente, de ultrabaixa latência e massificação dos dispositivos. O que a gente vê hoje do 5G é apenas o aproveitamento ali de ultra banda larga... altas velocidades, beleza, muito bom, mas é meio que mais do mesmo.

Acredito que nos próximos 5 anos é que vai começar a surgir demandas para o que o 5G tem de mais valioso que é a ultra baixa latência, né? Você começa a trabalhar com projetos críticos como veículos autônomos, monitoramento de rede elétrica, controle de drones. É começar a robotizar tudo que é possível robotizar, onde a velocidade de comunicação é muito crítica.

Então acho que o mundo está se adaptando ao 5G, que oferece muita coisa que a gente ainda não estava preparado para já usar de imediato. Então a gente está amadurecendo com o 5G. E sinceramente, eu acho... é uma opinião, é própria, minha, pessoal: eu acho que o 5G, com os recursos que ele traz, ele está muito mais voltado para o B2B do que para o B2C. No B2C ali, talvez ele possa ganhar onde possa gerar melhor experiência em jogos, ou talvez pra um cara ali fazendo movimentos de corretora de ações online onde o tempo de você fechar o negócio é

---

<sup>23</sup> Massive Machine-Type Communication - É uma coleção de tecnologias 5G adaptadas para oferecer suporte à Internet das Coisas (IoT) por meio de banda larga móvel aprimorada e comunicação ultra confiável de baixa latência.

bem apertado. Mas o 5G vai trazer muito mais benefícios para as indústrias, as empresas. Até pelo alto custo, né?

Para a própria operadora é um investimento muito alto e quando você fala de edge computing também que viabiliza ultra baixa latência, você tem que criar mais núcleos de rede e trazer a solução para perto. Distância começa a ser um fator bem complicado para você garantir a ultra baixa latência, porque você pode garantir um milissegundo de resposta dentro da sua rede, mas essa transmissão, quando tem que ir para o servidor e voltar... quanto tempo isso vai adicionar naquele milissegundo?

Então, então eu acho que a gente ainda está engatinhando no 5G, e até no entendimento do que ele pode prover. Mas além disso, também na preparação do ecossistema para ter o máximo proveito possível dessa rede. A gente nota até nas próprias operadoras, tem muita indecisão ainda de como investir no 5G, no que apostar no 5G... Eu acho que é o tempo de experimentação ainda.

O 5G não está claro para os clientes e não está claro para as operadoras, ninguém até agora conseguiu fazer exatamente ser claro. Esse faz parte do desafio também, mas dá para a gente enumerar algumas coisas que afetam, né? Primeiro da perspectiva da operadora. Aqui no Brasil, nem tanto, mas nos Estados Unidos pesa muito a questão do lançamento de fibra óptica, lá é tudo subterrâneo, então o custo de você lançar uma fibra óptica é enorme, e com o 5G já se antecipa todo esse processo. Beleza, eu posso até ter um plano de expansão da fibra, mas enquanto isso eu boto o 5G ali. Pode ser usado como uma tecnologia transitória até eu entregar a fibra na casa da pessoa.

Isso pode mudar também, porque pode ser o case de sucesso que venha a fazer a operadora repensar e não lançar fibra aqui no Brasil, mas o que acontece é que aqui não tem nenhuma regra para isso, você consegue lançar a fibra no ar, botar ela em poste, então o custo é um pouco mais reduzido. A gente tem um exemplo muito claro de impacto nessa estrutura, são agora cada vez mais os eventos climáticos mais severos, né, cara? E a gente viu em São Paulo queda de árvores, por exemplo, e isso afeta diretamente as fibras lançadas nos postes. Então, é um

fator que que que pode resultar numa interrupção de serviço do usuário. Ah, beleza, acabou a internet mas acabou a luz também, como que eu vou usar o roteador? Mas aí é outra coisa, você pode botar uma bateria portátil ali, botar UPS e garantir o mínimo de conectividade. Beleza é mais do mesmo em termos de banda larga, mas é muito mais conveniente para o cliente, ele sai da loja com o equipamento na mão ou recebe o equipamento em casa, não precisa agendar visita técnica.

Não precisa ter aquela dor de cabeça com passagem de cabo, em apartamento, principalmente, o cara vai lá na caixa de distribuição e entra na casa, fica lá, às vezes, metade de um dia lá tentando oferecer fibra pro cliente. Aí outro cara da mesma operadora que tem o serviço para fazer, desliga o seu cabo da porta, coloca o dele e acaba sua internet até outro técnico ir resolver. Tem muita coisa disso, eu converso com gente que instala e acontece muito isso. Então assim tem os benefícios, é o principalmente na parte de *plug and play*<sup>24</sup> para o cliente e para a operadora. É também uma diminuição no número de insumos da operadora, né? Número, por exemplo, de conectores, de cabos, de conjuntos de fusão, de tudo isso ao mesmo tempo e até de técnicos no campo. Porém o roteador 5G é mais caro, enquanto a tecnologia não for barateada... vai ser complicado porque quando se fala de rede 5G você já está falando de uma rede totalmente virtualizada, né? Você não trabalha com equipamentos mas com funções virtualizadas dentro de um núcleo. Então, a tendência com a evolução do 5G, com os novos lançamentos do 3GPP, é virar uma rede totalmente autônoma. Você não vai ter mais o cara ali que faz o balanceamento da rede. Ela vai ser auto balanceada, ela vai se auto corrigir, esses são fatores que com a chegada do machine learning, da inteligência artificial, vão deixar a rede totalmente autônoma.

Tem toda a questão social, de desemprego, de extinção de posto de trabalho... é uma coisa que vai precisar ser pensada também. Mas é um caminho sem volta. A tecnologia, ela é exponencial, né? Quanto mais rápido você evolui, mais rápido você vai conseguir evoluir. É revolução industrial, não adianta. As máquinas vão vir. Não adianta.”

---

<sup>24</sup> *Plug And Play* - Função que ao conectar o equipamento, o mesmo já funciona sem configurações adicionais.





## 7. Referências

**A história da internet móvel**, WK JobHub, 2019. Disponível em: <https://wkrh.com.br/5g-no-brasil/> . Acesso em 12 de nov. de 2023

ABOMHARA, Mohamed; KØIEN, Geir M. **Cyber security and the internet of things: vulnerabilities, threats, intruders and attacks**. Journal of Cyber Security and Mobility, p. 65–88-65–88, 2015.

AHMAD, Ijaz et al. Overview of 5G security challenges and solutions. **IEEE Communications Standards Magazine**, v. 2, n. 1, p. 36-43, 2018.

AI, Youqiong; LU, Thomas Y. **On the rationality of bundled rebate program in modem chip industry**: An analysis on Qualcomm's case. Journal of Industry, Competition and Trade, v. 19, p. 641-660, 2019.

ALHUSEINI, Muhannad Ulama; OLAMA, Mohammed M. **5G service value chain and network slicing framework using ecosystem modeling, agile delivery, and user-story automation**. IEEE Access, v. 7, p. 110856-110873, 2019.

ALMUTAIRI, Mubarak S. **Deep learning-based solutions for 5G network and 5G-enabled Internet of vehicles**: Advances, meta-data analysis, and future direction. Mathematical Problems in Engineering, v. 2022, p. 1-27, 2022.

AMORIM, Danilo Eugenio; SHIMAJV, Walter Tadashiro; DALLA COSTA, Armando. **Alianças Estratégicas e Trajetórias Tecnológicas em Telemática–II**. Revista Economia & Tecnologia, v. 2, n. 3, 2006.

**Anatel apreende 112 mil produtos irregulares em centro da Multilaser**, Teletime, 2023, Disponível em: <https://teletime.com.br/09/11/2023/anatel-apreende-112-mil-produtos-irregulares-em-centro-da-multilaser/>. Acesso em: 10 de nov. de 2023.

ARANHA, Márcio Lório et al. **Direito, Estado e Telecomunicações**: dos primórdios ao novo modelo regulatório. 2009.

ARRUBLA-HOYOS, Wilson et al. **Precision Agriculture and Sensor Systems Applications in Colombia through 5G Networks**. *Sensors*, v. 22, n. 19, p. 7295, 2022.

AXELROD, Robert; KEOHANE, Robert O. **Achieving Cooperation under Anarchy: Strategies and Institutions**. *Caderno CRH*, v. 24, p. 593-608, 2011. *World Politics*, V. 38, p. 226-254, 1985.

BAIARDI, Amilcar; RIBEIRO, Maria Clotilde Meirelles. **The north-south international cooperation in science and technology**: genesis and evolution. *Caderno CRH*, v. 24, p. 593-608, 2011.

BAIYERE, Abayomi et al. **The internet of things (IoT): A research agenda for information systems**. *Communications of the Association for Information Systems*, v. 47, 2020.

BANDA, Laurence; MZYECE, Mjumo; MEKURIA, Fisseha. **5g business models for mobile network operators—a survey**. *IEEE Access*, 2022.

BARRIOS-ULLOA, Alexis et al. Overview of mobile communications in Colombia and introduction to 5G. **Sensors**, v. 23, n. 3, p. 1126, 2023.

CAM-WINGET, Nancy; SADEGHI, Ahmad-Reza; JIN, Yier. Can IoT be secured: Emerging challenges in connecting the unconnected. In: *Proceedings of the 53rd Annual Design Automation Conference*. 2016. p. 1-6.

CHESNAIS, François. **A mundialização do capital**. São Paulo: Xamã, 1996.

COLOMBO, Sandra; LÓPEZ, María Paz; VERA, Nevía. Tecnologías emergentes, poderes en competencia y regiones en disputa: América latina y el 5G en la

contienda tecnológica entre China y Estados Unidos. **Estudos Internacionais: revista de relações internacionais da PUC Minas**, v. 9, n. 1, p. 94-111, 2021.

Creación y evolución histórica, Gub, 2023, Disponível em: <https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-comunicaciones/institucional/>.

Acesso em: 12 de nov. de 2023.

CROSSAN, Adam; MCKELVEY, Nigel; CURRAN, Kevin. Mobile technologies impact on economic development in Sub-Saharan Africa. In: **Advanced Methodologies and Technologies in Network Architecture, Mobile Computing, and Data Analytics**. IGI Global, 2019. p. 1031-1039.

DE LEÓN, Omar. Redes 5G en América Latina: desarrollo y potencialidades. 2022.

DE NEGRI, Fernanda. Financiando a ciência e a infraestrutura de pesquisa em tempos de crise. Revista USP, n. 135, p. 101-118, 2022.

DUTRA, Flora. **A história do telefone celular como distinção social no Brasil. Da elite empresarial ao consumo da classe popular**. 2016.

ESWARAN, Sivaraman; HONNAVALLI, Prasad. Private 5G networks: a survey on enabling technologies, deployment models, use cases and research directions. **Telecommunication Systems**, v. 82, n. 1, p. 3-26, 2023.

European 5G scoreboard, 5G Observatory, 2023, Disponível em: <https://5gobservatory.eu/observatory-overview/eu-scoreboard/>. Acesso em 12 de nov. de 2023

FDT-MAC: Reduzindo a latência das comunicações full-duplex em redes móveis sem fio/ FDT-MAC: Reducing the Delay of Full-Duplex Communications on Mobile Wireless Networks, Ojs Brazilian Journals, Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4353>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

FENERICK, Gabriele Maris Pereira. A utilização de smartphones no acesso à informação científica por jovens estudantes: um estudo de caso. 2017.

FRANCISKOVIC, Jubitza Mariana; MIRALLES, Francesc. The use of the mobile phone in the rural zones of Peru. **Journal of Economics, Finance and Administrative Science**, v. 26, n. 52, p. 390-399, 2021.

GAMUNDANI, Attlee M. An impact review on internet of things attacks. In: 2015 international conference on emerging trends in networks and computer communications (ETNCC). IEEE, 2015. p. 114-118.

GARRETT, Rachael D.; RUEDA, Ximena; LAMBIN, Eric F. Globalization's unexpected impact on soybean production in South America: linkages between preferences for non-genetically modified crops, eco-certifications, and land use. *Environmental Research Letters*, v. 8, n. 4, p. 044055, 2013.

GLOBAL Cooperation in Science, Technology and Innovation for Development. UNCTAD - United Nations Commission on Science and Technology for Development, Lisbon, Portugal, Novembro, 2023.

GOHAR, Ali; NENCIONI, Gianfranco. The role of 5G technologies in a smart city: The case for intelligent transportation system. **Sustainability**, v. 13, n. 9, p. 5188, 2021.

GUTIÉRREZ, Luis H.; BERG, Sanford. Telecommunications liberalization and regulatory governance: lessons from Latin America. **Telecommunications Policy**, v. 24, n. 10-11, p. 865-884, 2000.

HAGEDOORN, John. Organizational modes of inter-firm co-operation and technology transfer. **Technovation**, v. 10, n. 1, p. 17-30, 1990.

IMPERIO, Marcos; PAVANI, Gustavo Sousa. Ferramenta de visualização georreferenciada para implantação da infraestrutura de rede móvel 5G no Brasil. In: Anais Estendidos do XXXIX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. SBC, 2021. p. 9-16.

Intelbras compra 55% da colombiana Allume Holding, Intelbras, 2023, Disponível em: <https://www.intelbras.com/pt-br/noticia/intelbras-compra-55-da-colombiana-allume-holding>. Acesso em 10 de nov. de 2023

INTELLIGENCE, G. S. M. A. The state of mobile internet connectivity 2020. Barcelona: GSM Association, 2020.

JABŁOŃSKA, Marta R.; ZAJDEL, Radosław. Artificial intelligence and internet of things for sustainable development—emerging technological and social opportunities and threats. In: **SHS Web of Conferences**. EDP Sciences, 2018. p. 01016.

JONES, Peter; COMFORT, Daphne. A commentary on the rollout of 5g mobile in the UK. **Journal of Public Affairs**, v. 20, n. 1, p. e1993, 2020.

JUNGLAS, Iris; WATSON, Richard. **The U-Constructs: four information drives**. Communications of the Association for Information Systems, 2006.

KARSTENSEN, Anders et al. Spectrum for Private Networks: Challenges and Opportunities—A Case Study Based on Danish Regulation. **IEEE Access**, v. 10, p. 69346-69353, 2022.

KHALIL, Mohsin et al. Feasibility, architecture and cost considerations of using TVWS for rural Internet access in 5G. In: **2017 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks (ICIN)**. IEEE, 2017. p. 23-30.

KHAN, Rafiullah et al. Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges. In: **2012 10th international conference on frontiers of information technology**. IEEE, 2012. p. 257-260.

LAGHARI, Asif Ali et al. A review and state of art of Internet of Things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, p. 1-19, 2021.

LEITE, Cristoffer et al. Uma proposta para avaliação da virtualização de funções de Rede em 5G. In: Anais do XXV Workshop de Gerência e Operação de Redes e Serviços. SBC, 2020. p. 263-276.

LI, Xi et al. Multi-domain solutions for the deployment of private 5G networks. **IEEE Access**, v. 9, p. 106865-106884, 2021.

LIMA, Maria Luíza Caputo; VERÍSSIMO, Michele Polline. RELAÇÕES COMERCIAIS E POLÍTICAS ENTRE BRASIL-CHINA E OS EFEITOS DA PANDEMIA DO COVID-19. **Revista Estudo & Debate**, v. 29, n. 2, 2022.

LING, Rich. **The mobile connection: The cell phone's impact on society**. Elsevier, 2004.

LOOR, Yasmina Lizetty Zambrano et al. Tecnología 5G y su impacto en Latinoamérica. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. E61, p. 395-404, 2023.

MAMAN, Mickael et al. Beyond private 5G networks: applications, architectures, operator models and technological enablers. **EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking**, v. 2021, n. 1, p. 1-46, 2021.

Mapa de cobertura 5G em todo o mundo, Nperf, Disponível em: <https://www.nperf.com/pt/map/5g>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

MARTINS, Francisco Tacizio. Tecnologia 5G: o futuro das redes móveis. 2016.

MORENO, José Carlos. Do Analógico ao Digital: Como a digitalização afecta a produção, distribuição e consumo de informação, conhecimento e cultura na Sociedade em Rede. **Do analógico ao digital: como a digitalização afecta a produção, distribuição e consumo de informação, conhecimento e cultura na Sociedade em Rede**, n. 4, p. 113-129, 2013.

Multi-RAT Orchestration Method for Heterogeneous Wireless Networks, MDPI, Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/18/8281>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

NORONHA, Daisy P.; FERREIRA, Sueli Mara S.P. **Revisões de literatura**. Belo Horizonte: UFMG. 2000.

O uso do 5G em Área Remota / The Use of 5G in Remote Area, Brazilian Journals, Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/41461>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

O'CONNELL, Eoin; MOORE, Denis; NEWE, Thomas. Challenges associated with implementing 5G in manufacturing. In: **Telecom**. MDPI, 2020. p. 5.

OLIVEIRA, Daniel et al. The future of low-end nodes in the Internet of Things: A prospective paper. **Electronics**, v. 9, n. 1, p. 111, 2020.

ONIGA, Bogdan et al. Message-based communication for heterogeneous internet of things systems. **Sensors**, v. 20, n. 3, p. 861, 2020.

OOKLA 5G MAP, Speed Test, Disponível em: <https://www.speedtest.net/pt/ookla-5g-map>. Acesso em: 12 de nov. de 2023.

PAGLIERANI, Pietro et al. Techno-economic analysis of 5G immersive media services in cloud-enabled small cell networks: The neutral host business model: Providing techno-economic guidelines for the successful provision of 5G innovative services in small cell networks. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, v. 31, n. 2, p. e3746, 2020.

PRADO, Mariana Mota. Implementing independent regulatory agencies in Brazil: The contrasting experiences in the electricity and telecommunications sectors. **Regulation & Governance**, v. 6, n. 3, p. 300-326, 2012.



RODRIGUES, Luciane Maria. Os impactos da pandemia da COVID-19 na cadeia de suprimentos: Uma análise a partir de um estudo de caso das operações da Intelbras. 2023.

RÖPKE, Leonardo Luís. Metodologia automatizada para descrever a cobertura de sinal móvel em rodovias: estudo de caso considerando incerteza de dados. 2023.

ROS, Agustin J. The impact of the regulatory process and price cap regulation in Latin American telecommunications markets. **Review of Network Economics**, v. 2, n. 3, 2003.

ROSCA, M. et al. Internet of Things (IoT) and Sustainability. In: **2021). 7th BASIQ International Conference on New Trends in Sustainable Business and Consumption. Foggia, Italy**. 2021. p. 3-5.

RUVIARO, Lucas. O impacto político do 5G: uma análise da influência chinesa na América Latina no século XXI. 2021.

SAEED, Mamoon M. et al. A comprehensive review on the users' identity privacy for 5G networks. **IET Communications**, v. 16, n. 5, p. 384-399, 2022.

SAHOO, S.; HOTA, M. K.; BARIK, K. K. **5G network a new look into the future: beyond all generation networks**. American Journal of Systems and Software. 2014.

SALAZAR, Zujany et al. A Network Traffic Mutation based Ontology, and its application to 5G networks. **IEEE Access**, 2023.

SANTANA, ÍTALA LIZ DA CONCEICAO. Do 1G ao 5G: EVOLUCAO DAS REDES DE TELEFONIA MOVEL.

SCHUMPETER, Joseph A. Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. 1964.

SHARMA, P. **Evolution of mobile wireless communication networks-1G to 5G as**

**well as future prospective of next generation communication network.**

International Journal of Computer Science and Mobile Computing. 2013.

SHIN, D.H.; CHOO, H.; BEOM, K. **Socio-technical dynamics in the development of next generation mobile network: translation beyond 3G.** Technological Forecasting & Social Change. 2011.

SHOBOWALE, K. O. et al. Latest advances on security architecture for 5G technology and services. **International Journal of Software Engineering and Computer Systems**, v. 9, n. 1, p. 27-38, 2023.

SILVA, Darly Henriques da. Cooperação internacional em ciência e tecnologia: oportunidades e riscos. Revista Brasileira de Política Internacional, v. 50, p. 5-28, 2007.

SMYRLIS, Michail et al. Cyra: A model-driven cyber range assurance platform. **Applied Sciences**, v. 11, n. 11, p. 5165, 2021.

SRIVASTAVA, Shobhit. MediaTek enters Samsung's supply chain. Counterpoint Research. 2016.

TANVEER, Jawad et al. Machine learning for physical layer in 5G and beyond wireless networks: A survey. **Electronics**, v. 11, n. 1, p. 121, 2021.

TRICHIAS, Konstantinos et al. Vital-5g: innovative network applications (netapps) support over 5g connectivity for the transport & logistics vertical. In: 2021 Joint European Conference on Networks and Communications & 6G Summit (EuCNC/6G Summit). IEEE, 2021. p. 437-442.

WANG, Zhen et al. Research on the convergence architecture of 5G and industrial communication. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2021. p. 04013.

YANG, Lu; WANG, Chishe; LI, Zhibin. Tunnel Traffic Evolution during Capacity Drop Based on High-Resolution Vehicle Trajectory Data. *Algorithms*, v. 15, n. 7, p. 240, 2022.

YOSHINO, Michael Y.; RANGAN, U. Srinivasa; MORETZSOHN, José Eduardo Ribeiro. **Alianças estratégicas**. Makron Books, 1997

Kumar, S., Liu, Y., Sengupta, J., & Divya. (2010). Evolution of mobile wireless communication networks: 1G to 4G. *International Journal of Electronics & Communication Technology*, 1, 68-72