



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

ANGELO BELLATO SENRA SOARES

Geografia da telefonia móvel: distribuição e organização da infraestrutura de rede
5G no território brasileiro

São Paulo

2023

ANGELO BELLATO SENRA SOARES

Geografia da telefonia móvel: distribuição e organização da infraestrutura de rede 5G no território brasileiro

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Humana

Orientadora: Profa Dra. Maria Mónica Arroyo

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

S676g Soares, Angelo Bellato Senra
Geografia da telefonia móvel: distribuição e
organização da infraestrutura de rede 5G no
território brasileiro / Angelo Bellato Senra Soares;
orientadora Maria Mônica Arroyo - São Paulo, 2023.
80 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual)- Faculdade
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia.

1. Telecomunicações. 2. Telefonia Móvel. 3.
Território. I. Arroyo, Maria Mônica, orient. II.
Título.

Soares, Angelo Bellato Senra. **Geografia da telefonia móvel:** distribuição e organização da infraestrutura de rede 5G no território brasileiro. Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

RESUMO

SOARES, Angelo Bellato Senra. **Geografia da telefonia móvel:** distribuição e organização da infraestrutura de rede 5G no território brasileiro. 80 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a distribuição e organização da infraestrutura de rede 5G no território brasileiro. Foram consideradas as dimensões técnicas e normativas do fenômeno a partir de uma pesquisa bibliográfica, ressaltando o controle das grandes corporações sobre a técnica e a propriedade intelectual, bem como a importância das legislações internacionais e nacionais para a padronização e unicidade técnica do fenômeno das redes de quinta geração de telefonia móvel. Para tratar da geografia do fenômeno, foram analisadas as principais empresas dominantes no cenário nacional a partir de dados gráficos, caracterizando a infraestrutura de rede móvel. A cartografia temática foi uma ferramenta de análise utilizada para obter a distribuição espacial das antenas de quinta geração e liberação de sinal 5G por municípios brasileiros. Esses dados foram comparados com variáveis como densidade demográfica, IDH, a rede de transporte e a presença industrial pelo território nacional. A partir disso, foi possível concluir que a rede de telefonia móvel de quinta geração é controlada por grandes empresas internacionais, e segue uma distribuição geográfica desigual dentro do território nacional, privilegiando pontos de maior densidade demográfica e técnica, e que servem como áreas de telecomando dentro da hierarquia urbana nacional, a exemplo das capitais estaduais e grandes metrópoles.

Palavras-Chave: Desenvolvimento Tecnológico. Telecomunicações. Telefonia Móvel. Redes. Território.

ABSTRACT

SOARES, Angelo Bellato Senra. **Geography of mobile telephony:** distribution and organization of 5G network infrastructure in Brazilian territory. 80 s. Individual Graduation Work (TGI) – Faculty of Philosophy, Letters and Human Sciences, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

This research aimed to analyze the distribution and organization of 5G network infrastructure in Brazilian territory. The technical and normative dimensions of the phenomenon were considered from a bibliographical research, highlighting the control of large corporations over technology and intellectual property, as well as the importance of international and national legislation to the standardization and technical uniqueness of the fifth generation of mobile telephony network phenomenon. To address the geography of the phenomenon, the main dominant companies in the national scenario were analyzed using graphic data, characterizing the mobile network infrastructure. Thematic cartography was an analysis tool used to obtain the spatial distribution of fifth generation antennas and 5G signal release by Brazilian municipalities. These data were compared with variables such as demographic density, HDI, the transport network and industrial presence across the national territory. From this, it was possible to conclude that the fifth generation mobile telephone network is controlled by large international companies, and follows an uneven geographic distribution within the national territory, favoring points of greater demographic and technical density, and which serve as areas with high position within the national urban hierarchy, such as state capitals and large metropolises.

Keywords: Technological Development. Telecommunications. Mobile Telephony. Networks. Territory.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO I: DIMENSÃO TÉCNICA.....	12
Estrutura material da rede de telefonia móvel.....	17
Frequência	20
Tecnologias da telefonia móvel	22
Geopolítica do 5G e o domínio das corporações sobre a tecnologia	26
Patentes	33
CAPÍTULO II: POLÍTICAS E NORMAS.....	36
Telefonia Móvel e marcos legais	38
Leilão 5G.....	40
Compromissos de abrangência do 5G.....	46
Lei geral das Antenas.....	50
CAPÍTULO III: GEOGRAFIA DA TELEFONIA MÓVEL	52
Divisão territorial do trabalho e desigualdades brasileiras	53
As redes de telecomunicações no Brasil	56
Fases de implantação do 5G.....	59
Geografia e adensamento da infraestrutura de rede.....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

INTRODUÇÃO

O tema das tecnologias e rede 5G é objeto de estudo de diferentes áreas, e vai desde estudos de engenharia eletrônica, medicina, cibernética, ciência da computação (Andrews et al, 2014) até áreas correlatas que analisam a dimensão econômica, política-normativa e geográfica do fenômeno das redes de telecomunicação (Prestes, 2022; Jurado da Silva, 2020; Bertollo, 2019a; Israel, 2019). As redes de telecomunicação são um fenômeno relativamente recente, e estão inseridas num contexto de um meio técnico-científico-informacional (Santos, 2014), momento em que as tecnologias da informação e comunicação são variáveis chaves para o funcionamento do sistema capitalista.

Os estudos sobre essas tecnologias e sua implementação ocorreram ao longo do século XX, quando tivemos a emergência das primeiras redes analógicas (Bertollo, 2019a). Atualmente as redes digitais são a forma hegemônica pela qual as redes de telefonia móvel têm se apresentado; é importante salientar o ritmo acelerado do desenvolvimento e aprimoramento técnico dessas tecnologias, fruto das pesquisas científicas, produções e trocas de propriedade intelectual entre as corporações, ambiente em que o domínio sobre a técnica e a propriedade intelectual, através das patentes, é estratégico num contexto de um capitalismo de competição entre grandes empresas.

Esse mesmo ritmo se impõe e impacta massivamente a forma como lidamos com a informação, de maneira que hoje podemos falar de uma indústria e rede de telefonia móvel baseada no telefone inteligente (smartphone), e que ultrapassou o computador pessoal (PC) como o maior mercado de aplicativos para negócios globais de semicondutores (Chen; Kang, 2018). No Brasil, o panorama também é de crescimento da telefonia móvel frente a outras formas de consumo de internet e de telecomunicação, como banda larga fixa, telefonia fixa e TV por assinatura. De acordo com o relatório anual da gestão da Anatel (2022b), o panorama setorial em dezembro de 2022 era de um total de 338,1 milhões de acessos nos principais serviços telecomunicações, sendo 252 milhões de acessos móveis em operação, 27,1 milhões de acessos em serviço de telefonia fixa, 44,9 milhões de acessos ativos em banda larga fixa e 14,1 milhões de acessos por TV por assinatura. Em termos absolutos a

telefonia móvel predomina no que diz respeito a quantidade de acessos, indicando que é a forma principal pela qual os brasileiros acessam os serviços de internet.

A alta conectividade e capacidade de transmissão de dados e informação aparece como uma nova forma de diminuição das distâncias e do tempo de comunicação entre diferentes lugares, articulando diversas escalas. Nesse sentido, a globalização como descrita por Santos (2000) aparece de diversas formas: primeiro o mundo tal como nos fazem vê-lo, ou a globalização enquanto fábula; segundo a forma como o mundo é, ou a globalização como perversidade; e a terceira forma é o mundo tal como ele pode ser.

O que assistimos e vemos no cotidiano me parece ser essa dimensão da globalização enquanto uma fábula. Dessa forma, os discursos que existem e que são difundidos na mídia em torno da tecnologia 5G (e da tecnologia de telefonia móvel de uma maneira geral) é o de uma revolução tecnológica que promete alterar significativamente a forma como agimos e nos comunicamos. Mas será que isso alcança todos os lugares e as mesmas pessoas da mesma forma e na mesma intensidade? Essa é a pergunta fundamental que me moveu a promover esta pesquisa.

É preciso ressaltar que apesar da tecnologia 5G estar se propondo a revolucionar o mercado das telecomunicações, é discutível se o impacto dessa revolução será principalmente para os consumidores que vão se apropriar das redes móveis com aparelhos pessoais, ou para as grandes empresas que dependem, por exemplo, da robótica e da presença de máquinas inteligentes, ou aquelas que necessitam de uma linha de produção integrada a uma rede privativa. Fato é que os principais beneficiários dessa tecnologia, no fim, serão as grandes empresas que terão maior capacidade de se apropriar dessa técnica no processo produtivo. Por exemplo, as novas indústrias advindas das economias de aplicativo que vieram juntos da tecnologia 4G (Prestes, 2022; Montenegro, 2020) terão agora maior capacidade de transmissão e recepção de dados, até dez vezes mais do que era possível com as tecnologias de quarta geração, ou pelo menos essa é a promessa a longo prazo.

É preciso, então, desmistificar esse discurso generalizado que promete melhores e mais potentes conexões, para entender sua perversidade. Não é novidade

que a rede de telefonia móvel é extremamente concentrada e desigual pelo território brasileiro, e ainda mais que nem todos são capazes de acessá-la, pois cada geração de tecnologia traz novos problemas de compatibilidade, requisitando de nova infraestrutura física para transmissão do sinal, bem como de aparelhos atualizados nas mãos do usuário final, o consumidor. Acredito que seja necessário quantificar e espacializar essa rede para entender seu funcionamento e organização como ela é na realidade, para além do marketing que vemos da chegada do 5G e de sua potencialidade revolucionária.

O que considero importante e útil (conceitualmente) para essa pesquisa é o entendimento do espaço geográfico como um conjunto de fluxos a partir de fixos (Santos, 2014), ou seja, estruturas que possibilitam conexões e trocas e que estão, ao mesmo tempo, inscritas num determinado território e sujeitas à regulação por parte de entidades e instituições nacionais e internacionais. "No campo econômico, por exemplo, as corporações se articulam em redes cada vez mais integradas para exercer o controle sobre os territórios" (Braga, 2010, p. 27)

As redes podem ser materiais ou imateriais (Braga, 2010). A dimensão de conectividade da Internet refere-se justamente a essa dimensão material dos aparatos técnicos necessários ao funcionamento da computação em rede. Essa dimensão material será o principal foco neste trabalho. "Como as redes são dinâmicas e alteram constantemente seus fixos, é preciso estabelecer períodos com características predominantes" (Braga, 2010, p.29). Essa periodização já foi feita para as redes de telecomunicação por Bertollo, (2019a) em sua tese de doutorado, mas o processo é contínuo e hoje assistimos a uma nova geração de tecnologia que está sendo implantada para o funcionamento do 5G, e já existem discussões sobre a próxima geração.

No caso da rede de telefonia móvel, é verdade que sua produção e funcionamento diz respeito principalmente à atuação de corporações, que seguem a padronização de instituições de regulação internacionais, até mesmo para garantir a unicidade da técnica (Santos, 1994). Essa dimensão política faz com que cada país tenha, por exemplo, instituições de regulação para a atuação de empresas de telecomunicações, como é o caso da Anatel no Brasil. No passado, cada país tendia a ter sistemas e redes próprias, como foi o caso das primeiras redes analógicas na

Noruega e Japão. Assim, devemos entender a dimensão técnica associada à dimensão política de regulação, até mesmo no nível internacional (Santos, 2014)

Feitas essas considerações sobre as redes de telecomunicação, o objetivo principal desta pesquisa será localizar e explicar a distribuição espacial da infraestrutura de rede de 5G no território nacional. Reforço aqui que minha atenção está principalmente na infraestrutura da rede, e não na qualidade do sinal de internet, apesar da íntima relação entre ambos. Para entender a rede 5G, me parece prudente realizar um breve histórico e contextualização tanto da evolução das tecnologias quanto da legislação da rede de telefonia móvel no Brasil, a fim de comparar as mudanças e entender os objetivos e funcionalidades que diferenciam o 5G das outras tecnologias, bem como analisar as estratégias do Estado brasileiro para essa tecnologia no contexto da distribuição do espectro eletromagnético e das obrigações vinculadas a atuação das empresas no país.

Em consonância com o objetivo central, delimito também os seguintes objetivos específicos: Identificar quais são as principais operadoras e corporações responsáveis pela implantação da rede 5G no Brasil e sobre quais frequências atuam; e realizar um levantamento dos diferentes agentes que produzem a tecnologia 5G no mercado internacional, a fim de identificar as verticalidades que agem no território brasileiro.

Para atender ao objetivo principal, foi realizado um levantamento da liberação do sinal 5G por municípios, bem como a distribuição de antenas habilitadas com a tecnologia 5G, com dados da Anatel (2023a). Esses dados foram cruzados com dados de densidade demográfica (2012), redes de transporte e circulação (Thery, 2018), presença industrial pelo território nacional (Moreira, 2014; Lencioni, 2015), bem como indicadores de IDH (Cruz, 2020).

Eu espero encontrar resultados que comprovem a concentração desigual da infraestrutura de rede 5G dentro do território nacional, em consonância com o que outros autores já encontraram para as redes de telecomunicação (Bertollo, 2019a; Jurado Silva, 2020). Minha hipótese é de que áreas do território com maior densidade técnica, com mais pessoas e com melhores indicadores socioeconômicos sejam as áreas mais conectadas e com maior densidade da infraestrutura de rede 5G. Afinal,

a rede 5G se propõe a melhorar a capacidade e fluxo de transmissão de dados justamente nas áreas em que o sistema de telefonia celular se encontra saturado, com grande requisição. Além disso, por ser um serviço privado, pode depender da renda e do grau de instrução para a aquisição tanto do serviço quanto dos equipamentos necessários para acessar a rede.

A respeito dos objetivos secundários, acredito que uma análise das licitações e leilões realizados pela Anatel deva ser suficiente para identificar as principais empresas que atuam e provêm internet no território brasileiro. Além disso, utilizei dados da Anatel (2023f) na análise de empresas que produzem aparelhos celulares habilitados para a tecnologia 5G. Também foram consideradas publicações sobre patentes 5G (USPTO, 2022; Buggenhagen; Blind, 2022), a fim de se ter um panorama sobre as principais empresas responsáveis pela produção e manutenção das tecnologias 5G.

CAPÍTULO I: DIMENSÃO TÉCNICA

Vivemos hoje num período técnico-científico-informacional marcado pela globalização (Santos, 2014), em que o espaço geográfico passa por transformações profundas e constantes em função do fluxo de informação entre os diferentes lugares. Esse período é resultado de um longo processo do desenvolvimento da técnica e da ciência, que perpassa pela apropriação do meio natural, a difusão do meio técnico (estágio intermediário de domínio das técnicas e máquinas, marcado especialmente pelas revoluções industriais), até chegarmos ao período atual, em que o “o entendimento da arquitetura e funcionamento do mundo passa pela compreensão do papel do fenômeno técnico” (Santos, 2014, p. 189).

Em primeiro lugar, é preciso entender o fenômeno técnico e da inovação tecnológica como um componente da estrutura do sistema capitalista, inserido dentro de relações sociais de produção e que resulta no desenvolvimento das forças produtivas, como já apontaram Marx (2014, 2017) e Marx e Engels (2007). De acordo com Santos (2014), o período técnico-científico-informacional é uma das fases de desenvolvimento técnico em que a tecnologia da informação e comunicação desempenha um papel central na organização do espaço e na reconfiguração das relações sociais, sendo os espaços da globalização definidos por uma presença conjunta de uma tecnosfera e de uma psicosfera (sistema de objetos e sistema de ações).

"A informação, presente nos objetos e nas ações, imprime uma permanente modernização e precisão nos processos produtivos e na vida. Cada vez mais as informações são produzidas por meios digitais. Trabalho remoto, compras online, câmeras digitais, serviços de streaming, contratos assinados eletronicamente são algumas das expressões dessa era digital; trata-se de serviços e atividades mediados por novas plataformas de produção de conteúdo e interação social." (Arroyo, 2021, p.144)

Assim, a técnica auxilia no processo de globalização já que “O processo de convergência dos momentos corre paralelamente ao desenvolvimento das técnicas” (Santos, 2014, p.199), e em especial técnicas que produzem e comunicam informação. Nesse contexto, as cidades e regiões não são mais influenciadas apenas por fatores econômicos e políticos, mas também pela circulação instantânea de informações e ideias, bem como pelo fluxo global de mercadorias, capitais e pessoas articuladas pelo uso das técnicas em diversas escalas, a exemplo das tecnologias

digitais que já estão capilarizadas e massificadas no território, como o uso do GPS, de aplicativos, softwares, smartphones e novas aplicações multimídia (Bertollo, 2019b).

“O poder de tratamento da informação por algoritmos outorga uma nova capacidade à gestão corporativa. Precisa-se de planos amplos de investimento para desenvolver a infraestrutura que possibilite e suporte a expansão dessa atividade. Assim a atualização permanente da tecnosfera aproxima interesses empresariais no âmbito das finanças e das telecomunicações.” (Arroyo, 2021, p.148)

É preciso tratar das técnicas não só em termos espaciais, mas também em termos temporais, entendendo que cada técnica tem diferentes períodos ou idades: a de sua invenção, aquela em que passa a influir no modo de vida das sociedades e o da chegada a lugares concretos das formações socioespaciais. Isso fica ainda mais evidente ao tratar de um tema como a difusão do 5G pelo território brasileiro, primeiro porque esse conjunto de técnicas faz parte de um processo em evolução de gerações tecnológicas, e segundo porque sua implementação ainda é restrita e tem uma previsão de alcançar seus compromissos de abrangência até 2029; além disso, as pessoas também terão acesso a esses equipamentos em ritmos desiguais, a depender das próprias condições sociais e econômicas de cada indivíduo. Nesse processo, os indivíduos também farão diferentes usos, explorando novas possibilidades e descobrindo suas potencialidades dentro da economia política da cidade (Santos, 1994b). Os compromissos de abrangência, para o Leilão do 5G, de acordo com a Anatel serão abordados na parte sobre políticas e normas relativas à essa tecnologia, bem como na espacialização do processo.

Jacques Ellul (1954), um proeminente pensador francês, abordou de maneira crítica a difusão da informação a partir da modernidade. Ele argumentou que a sociedade moderna está inundada por um fluxo incessante de informações, com uma tendência da técnica se estender a todos os domínios da vida social. Nesse sentido, podemos entender o fenômeno das redes de telecomunicações (como o 5G, por exemplo), como um movimento de banalização e capilarização da técnica (Bertollo, 2019a) para a população, até como condição à participação na divisão social do trabalho:

“(..) em nossa civilização, a técnica não encontra mais limitação alguma: estende-se a todos os domínios e recobre toda atividade e todas as atividades do homem. Conduz a uma ilimitada

multiplicação dos meios, aperfeiçoando indefinidamente os instrumentos de que o homem pode servir-se, pondo à sua disposição uma variedade quase inumerável de intermediários e auxiliares” (Ellul, 1954, p.81)

No entanto, para Ellul (1954), essa profusão de informações não necessariamente resulta em maior conhecimento ou entendimento, mas muitas vezes conduz à manipulação e à alienação. Ele destacou como a técnica e a tecnologia moldam a maneira como a informação é disseminada, promovendo a uniformidade de pensamento e a superficialidade na compreensão dos assuntos. Sua análise ressalta a importância de questionar criticamente a natureza e o propósito da informação que nos cerca, a fim de preservar a autonomia intelectual e a tomada de decisões informadas.

Aqui no Brasil, citarei duas expressões desse processo: a primeira que poderia ser citada é a disseminação de “Fake News” pelo mundo (Soroush Vosoughi et al, 2018; Bertollo, 2019a), inclusive pelo Brasil em período eleitoral. Outro exemplo de alienação que poderia ser citado para esse caso é o processo de plataformização (Montenegro, 2020) ou de uberização (Antunes, 2020), marcado pelo viés neoliberalista que idealiza o indivíduo como seu próprio chefe, quando na realidade está desprovido do controle sobre o meio de produção, que no caso seriam as plataformas e os algoritmos que regem o funcionamento das plataformas digitais. Nesses casos, a rede de telecomunicação é uma rede suporte, que permite a instalação e o funcionamento de uma série de outras redes técnicas, resultando numa interdependência do sistema técnico como um todo para o seu funcionamento.

“A chamada “economia de compartilhamento” possibilitada pela quarta geração de telefonia móvel estruturou cadeias produtivas de imensa lucratividade dominadas por empresas estadunidenses como o Uber, Lyft, Airbnb e outros serviços baseados em nuvem. Empresas como a Apple, Google, Facebook, Amazon, Netflix e inúmeras outras geraram novos aplicativos e serviços que hoje são alicerces da economia digital mundial” (Prestes, 2022, p.11)

No período técnico atual, as redes de comunicação e transporte se tornaram essenciais para a dinâmica econômica e social, bem como uma necessidade para participação na divisão social do trabalho. A internet e a conectividade em tempo real encurtaram distâncias virtuais, permitindo interações instantâneas entre diferentes partes do mundo. Essa unicidade da técnica e do tempo “se estabelece através das técnicas atuais de telecomunicação” (Santos, 2014, p.196), que permitem a

percepção e captura instantânea de eventos longínquos (simultaneidade), numa espécie de espaço-tempo comprimido, em que eventos e decisões em uma parte do planeta podem ter repercussões imediatas em outras áreas distantes.

Esse fenômeno que Santos (2014) denomina de convergência dos momentos é possível pela unicidade ou padronização das técnicas no mundo, e não é diferente com a implantação das tecnologias de telecomunicações, que são todas padronizadas seguindo as diretrizes de instituições nacionais (como a Anatel) e internacionais (como a UIT, a União Internacional das Telecomunicações, agência da ONU). Não à toa, há todo um processo de discussão sobre a padronização do uso das tecnologias de telecomunicação e do uso do espectro eletromagnético que ocorrem em fóruns internacionais como os Facilitadores de comunicações móveis e sem fio para Sociedade da Informação de dois mil e vinte (METIS-II, do inglês METIS-II: Mobile and wireless communications Enablers for Twenty-twenty Information Society-II), ou o Projeto de Parceria de Terceira Geração (3GPP, do inglês Third Generation Partnership Project), que é um fórum que discute a padronização desde a terceira geração de tecnologias de telefonia móvel (Andrews et al, 2014)

Milton Santos (2014) também destacou o fenômeno da "espacialização do tempo", em que o ritmo acelerado das atividades modernas influencia a percepção e o uso do espaço. Isso se reflete na organização das cidades, na fragmentação das áreas urbanas e na criação de enclaves tecnológicos. O período técnico, portanto, impulsiona a produção de espaços diferenciados, onde áreas de alta tecnologia e inovação contrastam com regiões marginalizadas e excluídas desse processo. Esse é um aspecto que merece investigação e será abordado nesse trabalho, considerando que a tecnologia 5G ainda não alcançou plenamente todo o território brasileiro, e muito menos o mundo inteiro.

Assim, a desigualdade é uma questão em evidência ao analisar o período técnico atual. Embora a tecnologia tenha o potencial de conectar pessoas e regiões, ela também pode acentuar as disparidades sociais e espaciais. Aqueles que têm acesso à educação, recursos e infraestrutura tecnológica podem aproveitar ao máximo as oportunidades desse período, enquanto os excluídos digitalmente ficam ainda mais à margem.

Autores como Torsten Hagerstrand (1967) contribuíram significativamente para o entendimento da difusão da inovação no espaço geográfico. Em seu trabalho "Innovation Diffusion as a Spatial Process" (Difusão da Inovação como um Processo Espacial), Hagerstrand examinou como as inovações se espalham geograficamente ao longo do tempo. A contribuição chave de Hagerstrand para o estudo da inovação difusão está em sua compreensão das barreiras e facilitadores que afetam a disseminação de novas ideias, ou seja, que é necessário considerar variáveis chaves na difusão espacial de alguma inovação técnica. Ele reconheceu que fatores como distância, características da inovação, características do adotante e características do ambiente influenciam o ritmo e a extensão da difusão.

Os estudos sobre difusão de inovações, por considerarem espaço e tempo, podem conduzir a uma compreensão de mudanças na organização social, política e econômica de um espaço. Constituem-se, assim, em um elemento capaz de possibilitar, ao lado de outros, o entendimento da organização do espaço. No caso da difusão da inovação do 5G, me parece que as variáveis chaves que devem ser consideradas são as seguintes: posição geográfica na rede de hierarquia urbana (oferecimento de infraestrutura e serviços para implantação da rede), densidade demográfica (vista no sentido de mercado consumidor), renda e nível de escolaridade (consideradas como condição à realização do consumo e participação na vida social). Sobre esse aspecto da difusão tecnológica dos sistemas técnicos, Santos (2014) pontua:

“Quanto mais forte, numa área, é a divisão do trabalho, tanto mais há tendência para que esses sistemas técnicos hegemônicos se instalem. Nesses lugares, é mais eficaz a ação dos motores de economia mundializada, que incluem as instituições supranacionais, as empresas e bancos multinacionais. E a densidade - já notavam Marx e Durkheim - é um fator de divisão do trabalho, pois facilita a cooperação” (Santos, 2014, p. 179)

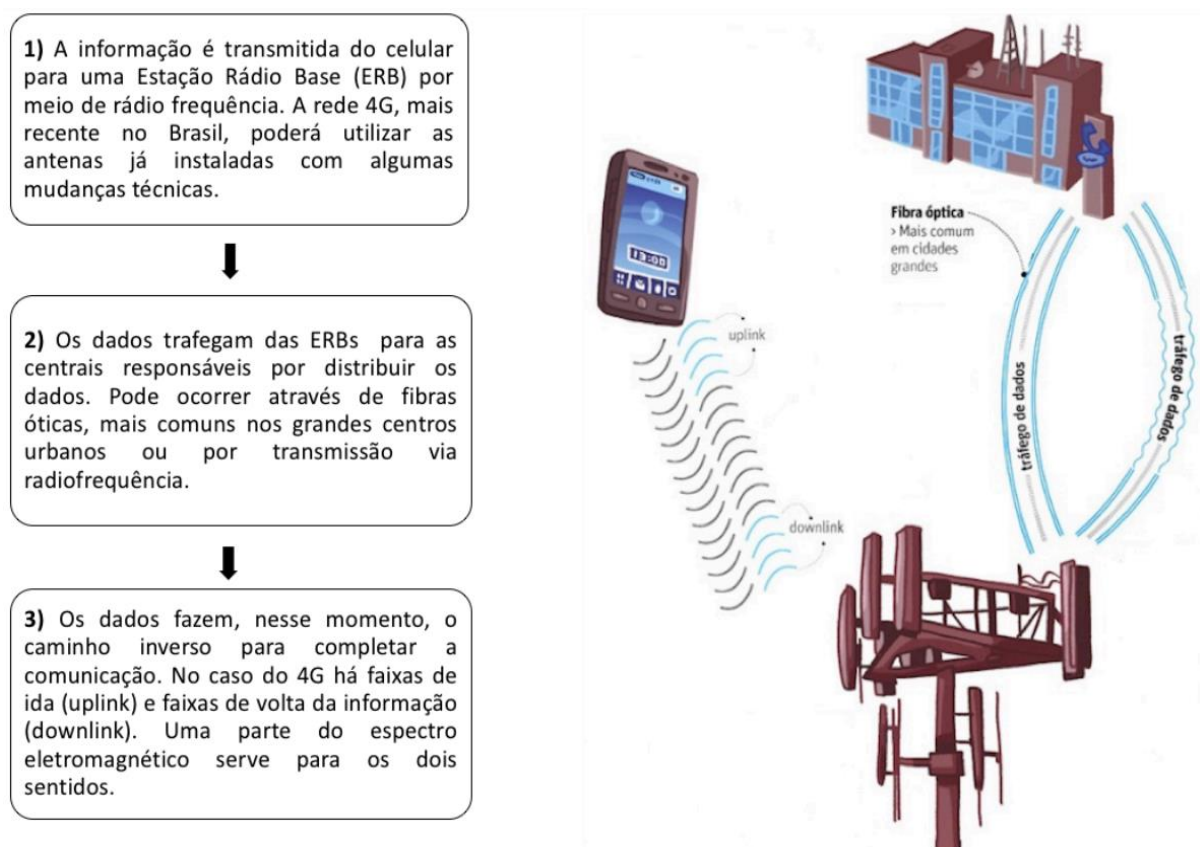
A hipótese de que eu parto é que a difusão tecnológica do 5G tem privilegiado alguns lugares com divisões do trabalho previamente estabelecidas e que facilitam a implementação dessa nova inovação justamente pelo fator de ubiquidade dos sistemas técnicos hegemônicos dentro do que poderiam ser chamados de pontos luminosos, e que respeitam principalmente a hierarquia urbana, como veremos mais à frente ao tratar da espacialização do processo. Um dos elementos que reforça essa hipótese é o fato de que o 5G terá, por lei, que ser implementado pelas empresas

ganhadoras do leilão nas capitais estaduais e através de rodovias federais, garantindo boa conectividade pelas vias de circulação mais importantes do país. O Estado brasileiro, no entanto, parece realizar esforços no sentido de garantir maior conectividade para pontos estratégicos do território que ainda demandam de infraestrutura, notadamente para a Amazônia, com um plano de cobertura de rede de fibra óptica ao longo do Norte do país.

Estrutura material da rede de telefonia móvel

Reforço mais uma vez que meu foco está na produção material da infraestrutura física necessária de antemão para a existência de fluxos e conexões de determinados lugares numa rede, ou o que Israel (2019) chamou de ancoragem espacial da rede. No caso específico dos serviços de telefonia móvel e sua rede, diversos autores (Nascimento, 2000; Medeiros, 2009; Sverzut 2008) caracterizam a estrutura física necessária sendo constituída principalmente por três elementos que perfazem o caminho da internet móvel, visíveis na figura 1:

Figura 1: O percurso da internet móvel no Brasil



Fonte: Kurose (2010). Adaptação: Mait Bertollo (2019a).

O primeiro elemento são as torres de transmissão (as ERBs - Estações Rádio Base, que também podem ser encontradas como BTS - Base Transceiver Station); elas são responsáveis pela comunicação e transmissão do sinal de ondas eletromagnéticas que permitem a comunicação. Uma estação rádio base compõe um sistema chamado sistema celular, que divide a área de cobertura total em pequenas partes, denominadas células, que transmitem um conjunto de canais aos terminais móveis e à central de computação celular responsável pela área. Atualmente, com a nova tecnologia 4G e após a introdução de cabos de fibra óptica na maioria das grandes cidades brasileiras, muitas ERBs estão conectadas à essa rede, possibilitando maior capacidade de conexão à telefonia móvel. O raio de cobertura de uma antena pode variar de 100 metros a 150 quilômetros, a depender da área onde é implantada (Bertollo, 2019a).

As centrais de comutação e controle (CCC) são centrais telefônicas digitais com funções específicas para o sistema móvel celular, local onde se realiza o processamento e encaminhamento das chamadas de e para a rede de telecomunicações fixa/móvel, e a gerência do sistema de telefonia móvel. Infelizmente não encontrei nenhuma base de dados referente à localização dessas centrais.

Por fim há também a Estação Móvel, que é o terminal móvel do usuário (celulares, pagers etc). Realizam diversas funções, dependendo do modelo e da complexidade do aparelho; suas funções básicas são: prover a interface entre o usuário e o sistema; converter sinais de áudio em sinais de radiofrequência e vice-versa; alertar o usuário sobre chamadas recebidas; alertar o sistema sobre tentativas de originação de chamadas e todas as funções às quais muitos de nós estamos hoje acostumados a usar nos celulares e smartphones.

Kaczmarech (2011) descreve a presença das Estações Rádio Base como um fenômeno que altera a paisagem urbana, superpondo-se às estruturas já existentes em busca de melhores áreas, de preferência elevada, para que haja comunicação efetiva entre as torres de sinal. “No caso das torres de telefonia, essa aparência não segue a estética, mas somente a técnica, ou seja, a função.” (Kaczmarech, 2011, p.14). Ainda assim, a implantação das antenas está sujeita à legislação ambiental e urbanística de cada município, de acordo com a Lei I Nº 13.116, de 20 de abril de 2015.

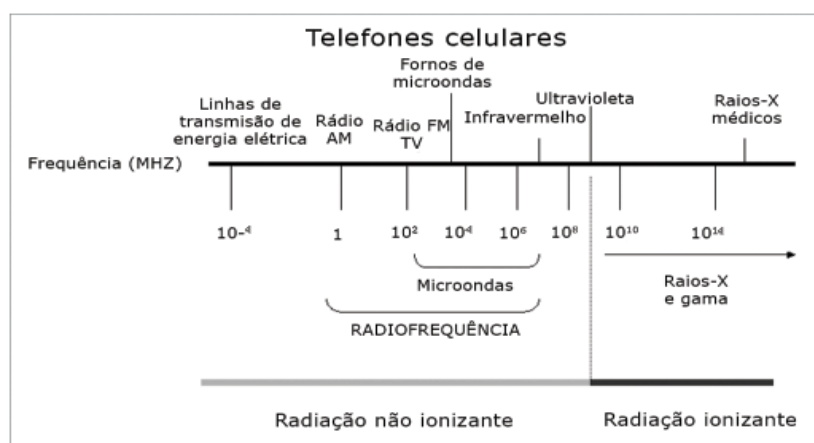
Um aspecto importante, principalmente em áreas urbanas, é o que chamam de “sombreamento”, fenômeno em que o sinal da torre encontra maior dificuldade de propagação, por conta de muitas obstruções em seu caminho. Essas obstruções podem ser prédios e construções, mas também o próprio relevo. Isso me parece importante pois em locais mais densamente habitados e construídos será necessária a existência de uma maior concentração da infraestrutura para transmissão adequada do sinal. Soma-se a isso o fato de que menores ondas com maiores frequências têm menos capacidade de penetração, fazendo com que as redes com potencial mais veloz tenham de ser mais densas (Wang et al, 2020).

Frequência

Santos (2014) faz uma separação didática de dois momentos do conhecimento geográfico do mundo: o primeiro, com as grandes navegações, e outro mais recente com os satélites e o sensoriamento remoto. “Esse conhecimento das galáxias e do próprio planeta em que vivemos está intimamente relacionado ao domínio do espectro eletromagnético, um dos grandes feitos da era contemporânea” (Santos, 2014, p.197). Esse domínio e a crescente racionalidade para uso do espectro eletromagnético é também o que fundamenta, do ponto de vista técnico, os sistemas de telecomunicação.

Os sistemas de telecomunicações (rádio, televisão, telefones sem fio, telefonia celular, pagers, radares e satélites) emitem uma radiação eletromagnética invisível, a radiofrequência (RF), medida em hertz (Hz), e cujo espectro pode ser visualizado na figura 2. Esse espectro de radiação abrange as micro-ondas (frequências de 300 MHz a 300 GHz) e se estende até o limiar do infravermelho. Há discussões sobre riscos à saúde humana pela exposição à radiação eletromagnética, no entanto, ainda não existe comprovação científica (Balbani e Montovani, 2008). Os níveis de radiação de antenas de celular em estações rádio base são definidos no Regulamento sobre limitação da exposição a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos na faixa de radiofrequência entre 9 kHz e 300 GHz¹.

Figura 2: Espectro Eletromagnético em Mhz



Fonte: Balbani e Montovani (2008)

¹ Anexo à resolução n. 700 de 28 de setembro de 2018.

A Anatel define espectro de radiofrequências como um bem público, de fruição limitada, cujo uso é administrado pela agência. O entendimento das frequências é importante pois é através da radiação eletromagnética que está assentada toda a rede de telefonia móvel. O espectro de radiofrequência é uma limitação material dos sistemas de telecomunicações, o que significa dizer que o espectro eletromagnético é um recurso limitado (como as terras, a água etc.). Também é possível buscar por antenas de acordo com intervalos espectrais no banco de dados da Anatel.

Como o serviço depende de radiofrequência e as faixas devem ser destinadas em caráter de exclusividade para prevenir interferências, o direito de uso de tais faixas é leilado pela Anatel, que confere licenças e outorgas para o uso e exploração do espectro, que é dividido em bandas (intervalo de duas frequências). Esses leilões tendem a ser dominados pelas grandes corporações de Telecomunicações, arrecadando bilhões de reais, devido ao caráter estratégico de domínio sobre a exploração do espectro. No caso do leilão do 5G, foram separadas as faixas de 700 MHz, 2,5 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz. A frequência mais adequada para a quinta geração de tecnologia móvel é a de 3,5 GHz, enquanto as de 700 MHz e 26GHz

Outro aspecto importante a se considerar é como as ondas eletromagnéticas se comportam: frequência e comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a frequência, menor será o comprimento de onda e o alcance dessa onda. Dessa forma, frequências menores são estratégicas por conseguirem transmitir dados e informações a distâncias maiores, requisitando menos infraestrutura, menos antenas e assim menos custo de produção e manutenção da rede.

É importante salientar que o desenvolvimento tecnológico trazido ao longo dos anos possibilitou o melhor aproveitamento das radiofrequências pelos empreendimentos de telecomunicação, e por esse motivo hoje assistimos à substituição de tecnologias antigas que utilizavam determinadas frequências, num processo de refuncionalização e reprodução do espaço geográfico e das redes de informação. A Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), por meio da Superintendência de Outorga e Recursos à Prestação, publicou no Diário Oficial da

União chamamento público relativo à migração de canais de TV aberta e gratuita para satélites em Banda Ku, mudando a faixa de utilização do espectro magnético. Assim, a transmissão de sinal analógico da TV aberta no Brasil teve de mudar para possibilitar um uso mais eficiente do espectro no momento histórico atual.

“Os objetos preexistentes veem-se envelhecidos pela aparição dos objetos tecnicamente mais avançados, dotados de qualidade operacional superior” (Santos, 1994a, p. 222), e assim assistimos à reprodução espacial e à substituição do velho pelo novo. No entanto, essas mudanças não atingem todos os lugares ao mesmo tempo. É por isso que Santos (1994a) coloca que essa hierarquização dos objetos e das ações fazem parte de um processo histórico e não técnico, e é a partir desse entendimento que podemos falar das rugosidades espaciais, conceito chave para entendermos a diferenciação dos tempos no espaço, especialmente no caso das telecomunicações, em que cada geração permite cada vez mais melhores e mais rápidas conexões à rede.

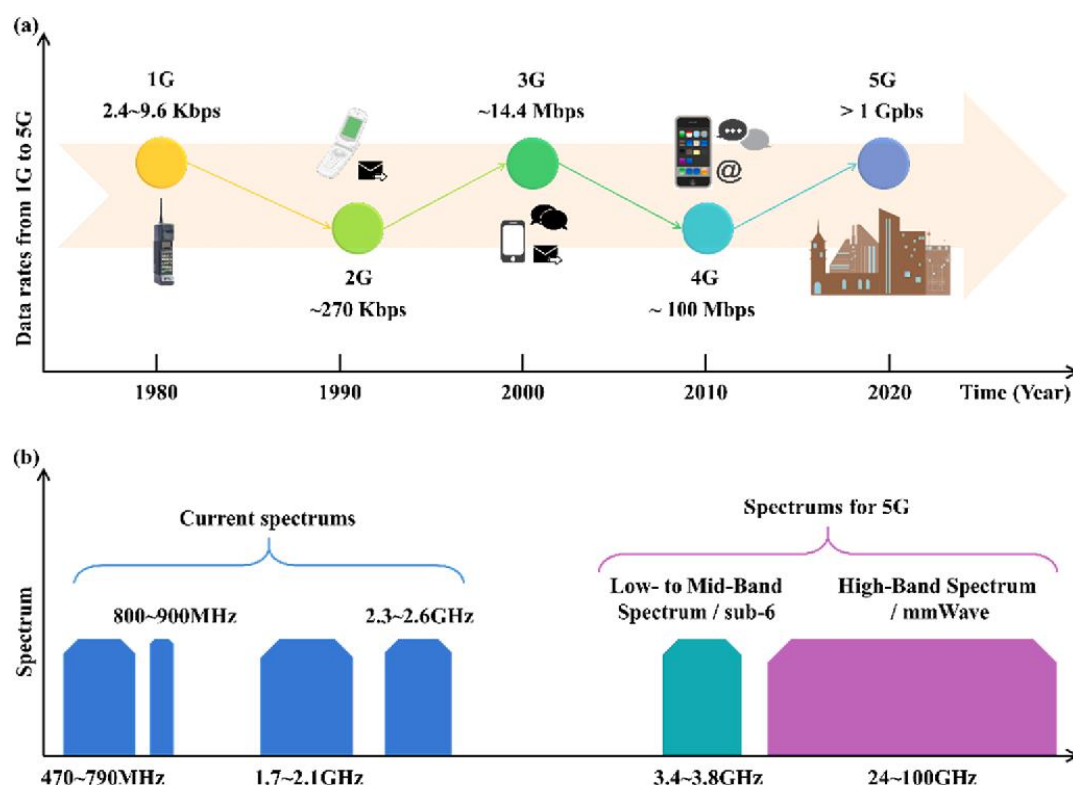
Há outra discussão interessante que diz respeito ao uso de frequências subutilizadas pelas empresas ou que sobraram de leilões e outorgas anteriores (Andrews et al, 2014). Sob o pretexto de melhorar a qualidade de atendimento, o uso de frequências não licenciadas e que são subutilizadas podem ser incorporadas à rede de telefonia móvel a fim de melhorar a qualidade do serviço prestado pelas empresas. No entanto, isso revela as tensões entre as empresas e instituições reguladoras como a Anatel, pois parece haver a pressão em busca de menor regulação e liberdade de atuação sob os espectros.

Tecnologias da telefonia móvel

Com o crescimento e desenvolvimento da telefonia e da indústria de telecomunicações, desde sua origem em 1980, passamos por evoluções contínuas das tecnologias, que foram do modelo analógico para a telefonia digital e continuam a se aperfeiçoar até os dias atuais, em que muito se discute a influência, potencialidades e perigos do 5g (Andrews et al., 2014), que nada mais é que a quinta geração dessa evolução tecnológica.

A evolução dos sistemas celulares - ou a passagem de uma geração tecnológica para outra - é resultado da implementação de novos serviços, novos padrões, arquiteturas ou simples otimizações; assim, todas as gerações trouxeram novas capacidades técnicas, recursos inovadores e mudanças paradigmáticas de compatibilidade que diferenciam as tecnologias entre si (Farooq, 2013;). Na figura 3 são demonstrados dois gráficos ilustrativos do processo de desenvolvimento em termos de velocidade da taxa de dados em bits do 1G ao 5G (a), bem como as faixas de espectro ocupadas (b). Ressalto que quanto maior for a banda espectral, maior será a capacidade de transmissão de dados, como é possível ver no caso do 5G, que usará a faixa de 3,4 - 3,8Ghz. Há inclusive um grupo técnico de acompanhamento para a implementação das tecnologias nessa faixa de frequência no Brasil, o Grupo de Acompanhamento da Implantação das Soluções para os Problemas de Interferência na faixa de 3.625 a 3.700 MHz (Gaispi). Esse grupo monitora o início das atividades para migração da recepção do sinal de televisão aberta e gratuita por meio de antenas parabólicas (TVRO) da banda C satelital para a banda Ku, em especial, a distribuição de kits e a campanha de comunicação; e a conclusão das atividades para desocupação da faixa de 3.625 MHz a 3.700 MHz, o que inclui a mitigação de interferências em estações do Serviço Fixo por Satélite (FSS) que operam na faixa de 3.700 MHz a 4.200 MHz.

Figura 3: Processo de desenvolvimento e característica espectralis do 1G ao 5G



Fonte: Hui, H., Ding, Y., Shi, Q., Li, F., Song, Y., & Yan, J. (2020)²

Essas designações são importantes pois no banco de dados na Anatel as estações rádio base licenciadas são separadas por tipo de tecnologia. A tabela 1 associa as tecnologias empregadas à sua respectiva geração, de acordo com a divisão realizada pela Anatel (2022) para o SMP.

Tabela 1: Tecnologias da telefonia celular de acordo com sua geração,

Geração	1G	2G	3G	4G	5G
Tecnologia	FDMA e AMPS	GSM	WCDMA	LTE, EDGE E HSPA	NR

Fonte: adaptado de Anatel (2022)³

² Hui, H., Ding, Y., Shi, Q., Li, F., Song, Y., & Yan, J. (2020). 5G network-based Internet of Things for demand response in smart grid: A survey on application potential. In *Applied Energy* (Vol. 257). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113972>

³ ANATEL. Agência Nacional de Telecomunicações. Sistema Mosaico – Base de dados de ERBs licenciadas (2022). Disponível em: < <https://sistemas.anatel.gov.br/se/public/view/b/licenciamento.php> > Acesso em 29/10/2023

Não irei focar propriamente no aspecto técnico de cada geração. Meu foco está principalmente nos aprimoramentos e tendências trazidas por cada uma dessas gerações, ou seja, em como essas tecnologias permitiram novos usos da rede de telefonia móvel. Prestes (2022) realiza uma breve recapitulação das gerações de telefonia móvel, baseando-se em Woyke (2018) e Pisarov e Mester (2020):

“Como explica Woyke (2018), o 1G permitiu andar e falar com o celular, o 2G permitiu enviar mensagens de texto a outros dispositivos, o 3G levou a internet para o celular e o 4G permitiu fazer o streaming ininterrupto de dados móveis. 1G é a rede móvel analógica lançada em 1979. Os telefones não usavam cartões SIM (o número era codificado no próprio aparelho). As tecnologias 2G como CDMA, GSM e TDMA foram a primeira geração da tecnologia móvel digital. O 3G tornou mais rápida a conexão à internet, que aumentou de 200 kbps para alguns Mbps. Introduzido em 1998, foi essencial para o desenvolvimento da comunicação de voz sem fio pela internet, chamadas de vídeo e televisão móvel. Por fim, as tecnologias 4G foram oficialmente introduzidas em 2008 como o passo seguinte da tecnologia de rede móvel que deu à internet velocidades de conexão mais altas (de várias centenas de Mbps) e até mesmo níveis de Gb (Pisarov; Mester, 2020)” (Prestes, 2020, p.4)

É importante ressaltar que a quarta geração de telefonia móvel foi dominada, do ponto de vista da produção de semicondutores e sua cadeia produtiva, pelos Estados Unidos e empresas do Vale do Silício (Prestes, 2022, Miller, 2023). Essa quarta geração de telefonia móvel também consolidou o que hoje conhecemos como economias de aplicativo (Montenegro, 2020), em que “empresas como a Apple, Google, Facebook, Amazon, Netflix e inúmeras outras geraram novos aplicativos e serviços que hoje são alicerces da economia digital mundial” (Prestes, 2022, p.11).

A quinta geração vem no sentido de aprimorar alguns aspectos técnicos da rede anterior, e autores (Fehmi et al., 2022; Prestes, 2022) apontam que haverá o saturamento da rede 4G, num processo semelhante ao que aconteceu do 1G ao 2G, e que resulta no congestionamento da rede e lentidão. O 5G permitirá a integração de diversas tecnologias já existentes, e de acordo com Fehmi et al. (2022), representa um avanço que responderá ao grande consumo de dados que hoje acontece principalmente em áreas densas, como aeroportos, estádios de futebol, estações de transporte público etc. É uma tecnologia que vem no sentido de ampliar a capacidade de armazenamento e transmissão de dados pelos indivíduos e empresas, e também de densificação da rede pré-existente, produzindo maior eficiência.

O 5G é definido em duas grandes vertentes, *Standalone* (SA) e *Non-Standalone mode* (NSA). No primeiro caso temos uma rede 5G autônoma e independente que utiliza técnicas como o 5G *New Radio* (NR). Essa tecnologia é a que pode ser acompanhada no banco de dados da Anatel. Já no segundo caso, a rede não é independente e utiliza as tecnologias anteriores para transmissão de dados, especialmente a rede 4G caracterizada pela tecnologia LTE (Fehmi et al., 2022). O objetivo é começar a adotar uma rede dependente da tecnologia 4G e avançar no sentido de uma rede autônoma. Trazer essa distinção é interessante por dois motivos: primeiro porque a nova rede consegue se implantar nas bases da rede antiga; mas ao mesmo tempo isso pode resultar numa rede menos eficiente, ou o que é chamado de um “Falso” 5G, que é uma rede dependente da geração anterior, o 4G (Prestes, 2022).

De acordo com Andrews et al (2014), os principais usos potenciais para essa nova geração tecnológica são: velocidades de conexão muito mais rápidas, latência ultra baixa, maior capacidade de rede (maior número de usuários e transmissão de dados superior), suporte a aplicações avançadas (além de dispositivos móveis, o 5G abre portas para uma variedade de novas aplicações. Isso inclui realidade virtual e aumentada, automação industrial avançada, telemedicina, cidades inteligentes e carros autônomos)

“Setores industriais como o de transportes, automotivo, mineração, saúde e agricultura, entre outros, serão profundamente afetados pela nova infraestrutura digital do 5G. Seu desenvolvimento não inclui apenas o setor de telecomunicações como trajetória tecnológica tradicional, mas relaciona-se verticalmente com áreas industriais inovadoras como robótica, veículos aéreos não tripulados (UAV) e drones, inteligência artificial, realidade virtual etc” (Prestes, 2022, p.9)

Geopolítica do 5G e o domínio das corporações sobre a tecnologia

É necessário frisar uma vez mais que o domínio das inovações tecnológicas pelas empresas e corporações está inserido num contexto maior de um sistema capitalista globalizado, em que a competição por mais eficiência resulta no desenvolvimento das forças produtivas (Marx, 2014, 2017). Rosenberg (2006) considera que a classe capitalista é a primeira classe dirigente na história cujos

interesses estão indissoluvelmente ligados à mudança tecnológica, e apesar da tecnologia do 5G ser desenvolvida, em grande parte, para o consumo em massa pela população, é essa classe capitalista quem, em última instância, mais se beneficia do processo de inovação tecnológica, e talvez por isso possa ser possível interpretar o processo à luz do imperialismo capitalista e na relação dialética centro-periferia (Prestes, 2022; Lênin, 2021) .

Assim, é preciso também considerar o processo de desenvolvimento geográfico desigual (Smith, 1988) na escala da divisão internacional do trabalho, no entendimento de que “as hegemonias econômicas de países como Inglaterra, Alemanha, EUA e Japão só se sustentaram historicamente por deter capacidade tecnológica produtiva (...)” (Prestes, 2022, p.6) . Esse processo de competição e desenvolvimento tecnológico ainda está em curso, pois a consolidação desses sistemas técnicos pode representar uma hegemonia para as empresas. Liu et al (2017) pontuam que existem investimentos maciços nas áreas de pesquisa e desenvolvimento em 5G pelo mundo todo, notadamente entre instituições e firmas do centro do sistema capitalista, como a Nasa e a Machine-to-Machine Intelligence (M2Mi) Corporation (EUA), o programa sul-coreano de P&D IbjngT, os centros de pesquisa de universidades como o NYU Wireless University (New York University) e a University of Surrey (Reino Unido), empresas como Telefônica, Vodafone, Samsung, Fujitsu, Alcatel Lucent, Ericsson, Nokia, Verizon e Google, entre outros.

“O processo de definição de padrões é crucial para a geopolítica do 5G. O país que dominar esse setor será líder no estabelecimento de padrões e patentes de uma cadeia de suprimentos global de novíssimas tecnologias. Há menos de dez anos, os EUA dominavam o mercado 4G. A chamada “economia de compartilhamento” possibilitada pela quarta geração de telefonia móvel estruturou cadeias produtivas de imensa lucratividade dominadas por empresas estadunidenses como o Uber, Lyft, Airbnb e outros serviços baseados em nuvem. Empresas como a Apple, Google, Facebook, Amazon, Netflix e inúmeras outras geraram novos aplicativos e serviços que hoje são alicerces da economia digital mundial.” (Prestes, 2022, p. 12)

Prestes (2022), Liu et al (2017) também pontuam que a China tem, em especial, despontado como um dos principais líderes mundiais do desenvolvimento do 5G, apesar de não ter participado ativamente do estabelecimento de outros padrões tecnológicos. Destacam-se as empresas Huawei, China Datang Corporation e a ZTE (Zhongxing Telecommunication Equipment Corporation), bem como as

estatais China Mobile, China Unicom e China Telecom. Isso é um movimento chinês para se libertar do domínio econômico estabelecido pelos EUA com relação ao mercado de semicondutores, possibilitando também o desenvolvimento de tecnologias militares de ponta, capazes de competir com a hegemonia norte-americana (Miller, 2023).

A estratégia chinesa, como apontam Jabbour e Paula (2018), começa com o Estado chinês após a abertura de 1980, que passou a ter maior protagonismo nas esferas que envolvem o controle da grande indústria e da grande finança, assim como no nível da coordenação e socialização do investimento pela via do comando das políticas econômica, monetária e fiscal, do comércio exterior e, principalmente, lançando formas novas e superiores de planificação econômica. “Um dos principais determinantes que explicam este processo é o desenvolvimento tecnológico guiado pelo Estado a partir de planos de desenvolvimento a médio e longo prazo” (Prestes, 2022, p.7) Esse movimento de estatização da rede de telecomunicação que começou no século passado encontra novas expressões na forma de investimento em programas de pesquisa e desenvolvimento.

“Um dos componentes centrais do plano é integrar os serviços de empresas de equipamentos de telecomunicações chinesas (incluindo ZTE, Huawei e China Datang Corporation), o serviço das operadoras estatais e o comércio eletrônico (Alibaba, JD.com) para projetar uma conectividade regional nos países servidos pela Nova Rota da Seda baseada na exportação infraestrutura digital, como cabos ópticos transfronteiriços e estações-base de 5G. Como enfatiza Bartholomew (2020), por meio da combinação entre definir os padrões e fornecer a infraestrutura, a China controla o equipamento, a assistência técnica e a capacidade de direcionar as tecnologias em desenvolvimento.” (Prestes, 2022, p.12-13)

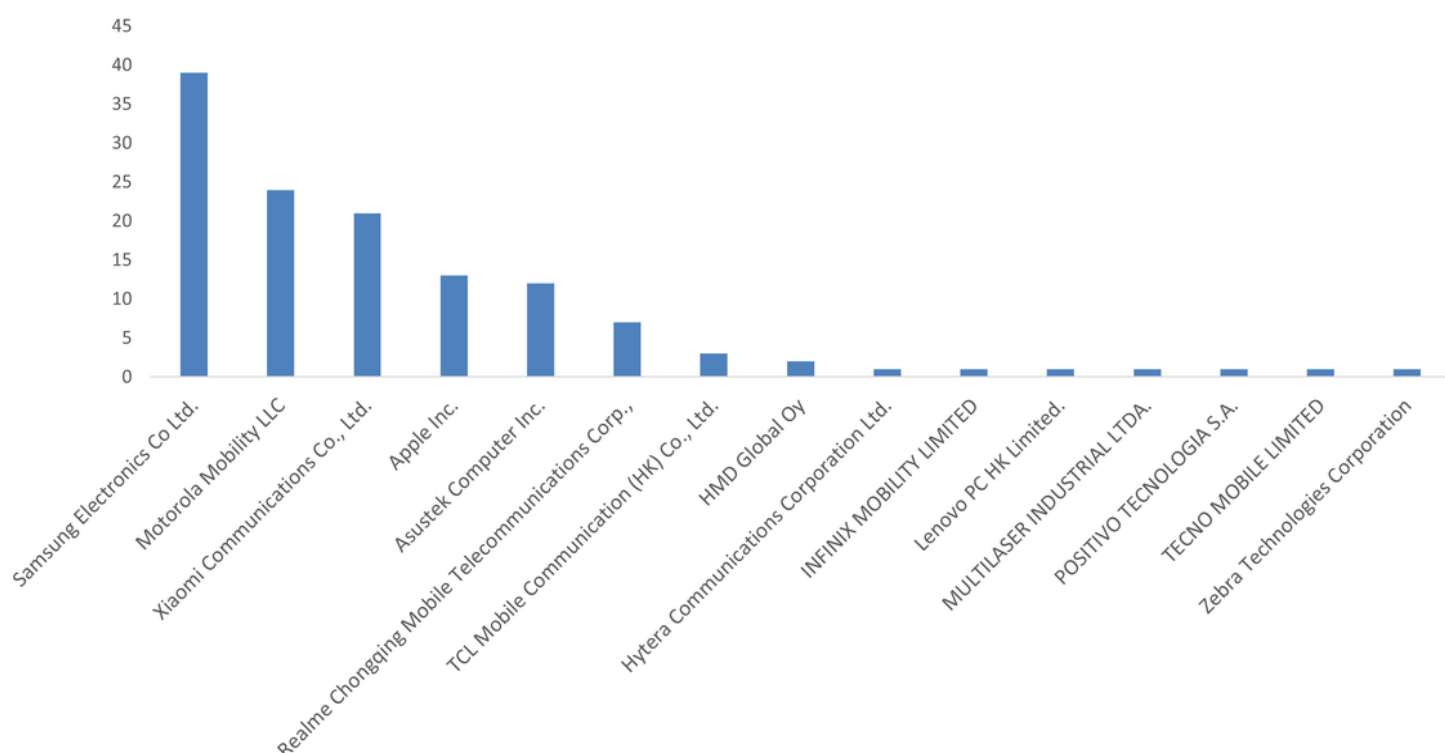
Ainda assim, existe uma tensão geopolítica entre a China e a hegemonia dos semicondutores do Vale do Silício, consolidada desde os tempos da Guerra Fria e após o desenvolvimento tecnológico advindo da segunda guerra mundial. Um estudo das unidades de rádio da Huawei, por exemplo, feito pelo jornal japonês Nikkei Asia, descobriu uma forte dependência dos chips fabricados nos EUA (Miller, 2023), como a Texas Instrument, Analog Devices, Broadcom e Cypress Semiconductor. Há também uma forte dependência com a Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited (TSMC), uma das maiores e mais proeminentes produtoras de semicondutores, localizada em Taiwan. Não é atoa que existe uma animosidade e até propagandas negativas com relação às empresas chinesas, como a Huawei, por parte

da população e do governo norte americano (Prestes, 2022), o que se justifica pelo fator estratégico de domínio sobre essa tecnologia para o futuro. Há também tensões entre China e Taiwan, em busca da reintegração desse território, e que traria a TSMC às mãos chinesas.

No gráfico 1 é possível ver as principais empresas fabricantes de aparelhos celulares compatíveis com esse padrão tecnológico, de acordo com a Anatel (2023). Em 2021 existiam apenas 13 aparelhos desse tipo; em 2022 havia um total de 86 aparelhos; e, finalmente, no ano atual de 2023, existe um total de 125 aparelhos produzidos em compatibilidade com o 5G.

O ranking de fabricantes nos mostra como algumas empresas multinacionais têm dominado o mercado no que diz respeito à produção de aparelhos celulares padronizados de acordo com a tecnologia de quinta geração. Entre elas estão: a Samsung Electronics Co Ltd., uma empresa multinacional sul-coreana de eletrônicos; Motorola Mobility LLC, Apple Inc e Zebra Technologies, três empresas americanas de equipamentos de telecomunicações; as chinesas Xiaomi communications, Realme Chongqing Mobile telecommunications, TCL mobile communication, Hytera Communications, INFINIX MOBILITY, Lenovo e Tecno Mobile; Austek computer inc, com sede em Taiwan; A finlandesa HMD Global Oy; as brasileiras Multilaser Industrial e Positivo Tecnologia.

Gráfico 1: Ranking de fabricantes de aparelhos celulares compatíveis com o 5G

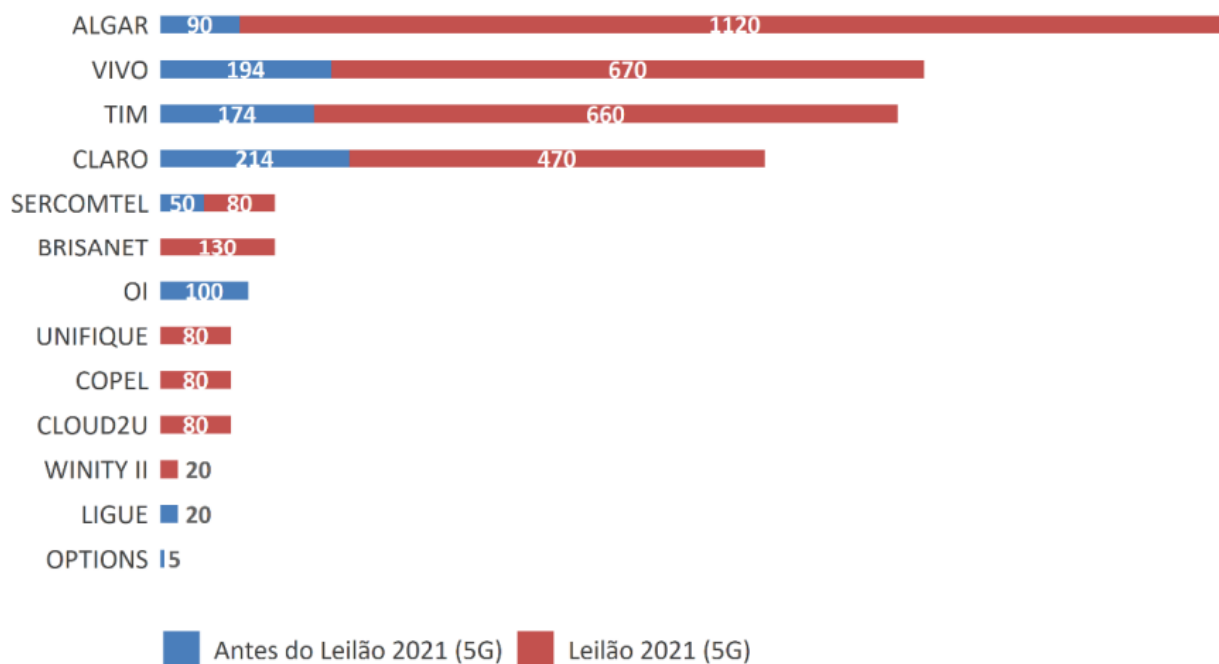


Fonte: Anatel (2023f)

Com esse panorama, é possível identificar que países como a China, Estados Unidos, Coreia do Sul e Finlândia têm dominado a produção de aparelhos celulares padronizados de acordo com as tecnologias de quinta geração. A China em especial desponta com 6 empresas, na sequência dos Estados Unidos, com 3 empresas.

Também acho necessário consultar quais empresas têm atuado dentro do território nacional através do oferecimento de serviços para a área de telecomunicações. A Anatel (2021) realizou um levantamento das empresas e sua atuação com base na largura de banda do espectro eletromagnético em Mhz após o leilão 5G, o que é visível no gráfico 2.

Gráfico 2: Largura de banda antes e depois do leilão 2021 por prestadora



Fonte: Anatel (dados extraídos em 25/02/2022)

Fonte: Anatel (2021)

Esse levantamento nos mostra como antes do leilão 5G as principais empresas que atuavam no mercado de telecomunicações no Brasil eram: Vivo, Tim, Claro e Oi, com atuações menores da Algar, Sercomtel, Ligue e Options. É preciso ressaltar que a Oi, nesse meio tempo foi incorporada pelas três outras grandes empresas⁴. A origem dessas grandes empresas remonta ao período de privatizações do setor de telecomunicações no Brasil: a Portugal Telecom e a Telefónica de España, se associaram na formação do grupo Vivo. A Telecom Américas, controlada pela América Móvil, passou a operar com o nome Claro. A Telecom Itália lançou a marca TIM. A Telemar e a Brasil Telecom, operadoras de telefonia fixa nas regiões I e II, adquiriram novas autorizações para exploração de telefonia móvel em suas regiões, surgindo a Oi e a Brasil Telecom Celular. (Jurado Silva, 2020, Miranda et al, 2011)

Depois do leilão de 2021, houve a expansão da atuação da Vivo, Tim, Claro, mas também da Algar (CTBC) e Sercomtel, que têm expressão local em Londrina e

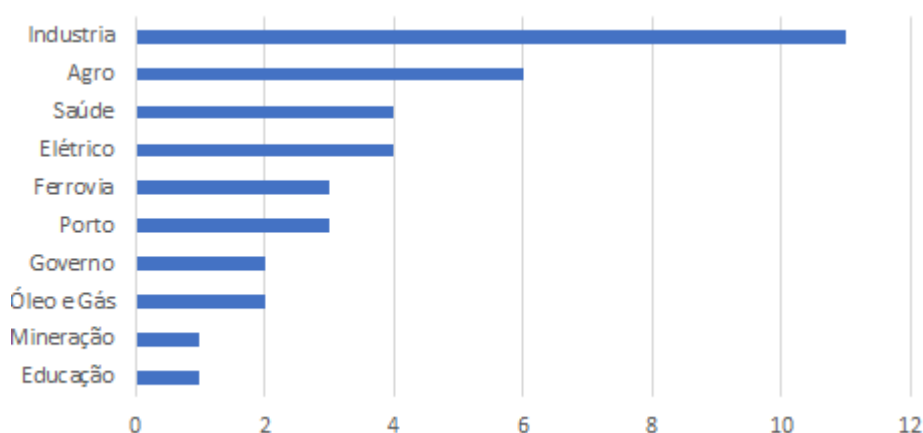
⁴ WIZIACK, Julio (Folha de São Paulo). Dividido, Cade aprova compra fatiada da Oi pelas três maiores concorrentes. 09/02/22. Disponível em: <

em Uberlândia e Triângulo Mineiro, respectivamente, como já apontado por Jurado Da Silva (2020), valendo ressaltar que a Sercomtel arrematou lotes na região Norte e no estado de SP. Outras empresas que entraram nesse leilão foram Brisanet, um grupo que foi fundado há 23 anos, e está sediado na cidade de Pereiro, no Ceará, e já atua como provedora de internet por meio de fibra ótica, TV por assinatura, telefonia fixa, móvel e por streaming, com atuação em cidades do Nordeste; o consórcio 5G Sul, do qual fazem parte a Unifique, e a Copel (Copel Telecomunicações S.A., uma empresa da Companhia Paranaense de Energia – Copel), que atua em cidades do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; a Cloud2U pertence ao Grupo Greatek que atua na área de telecomunicações, ótica e eletrônica, produzindo produtos ligados ao setor, sediado em São José dos Campos, São Paulo.; a Winity II Telecom, ligada ao Fundo Pátria com sede nas ilhas Cayman, que arrematou o lote de 700 MHz para venda em atacado.

Dessa forma, apesar da manutenção da hegemonia das principais empresas de telecomunicações no Brasil, assistimos a um processo competitivo e à formação de novas empresas, de caráter nacional, que tem alcance regional ou local. Ainda assim, o caráter oligopolista se mantém, através de estratégias de compartilhamento de infraestrutura de rede; prova disso é a incorporação do patrimônio da Oi pelas outras três grandes empresas, e a própria formação do consórcio 5G Sul para compra e atuação do espectro eletromagnético na região Sul do país.

Além desse panorama geral dos fabricantes de aparelhos celulares e provedores de serviços de telefonia móvel, é possível fazer uma breve indicação de outro potencial serviço para as redes de 5G: as redes privadas, que são redes móveis dedicadas exclusivamente a uma empresa ou organização. Os dados da Teleco (2023c) se referem a iniciativas divulgadas para o Prêmio de Conectividade em Redes Privativas ABDI/Anatel 2023. O principal potencial para as redes privadas parece ser o ramo industrial e do agronegócio, seguido por serviços como educação, saúde e ligados à energia elétrica, óleo e gás. Também se destacam os potenciais usos para a circulação territorial em portos e ferrovias.

Gráfico 3: Iniciativas divulgadas de Redes Privativas no Brasil



Fonte: Teleco (2023c)

Patentes

Aqui faço referência às patentes e a estudos bibliométricos em fontes de dados como o 3GPP, fórum de discussão das novas tecnologias de telefonia móvel, e que buscaram os registros de patentes para tecnologias do 5G.

Atualmente as patentes são utilizadas como uma forma de registro para propriedades intelectuais como marcas e técnicas (CNI, 2021), mas também podem servir como indicadores de desenvolvimento tecnológico (Buggenhagen; Blind, 2022), tendo em vista que é uma dimensão normativa usada pelas grandes empresas na proteção de sua propriedade intelectual (Santos, 2014). Uma patente essencial – ou, no inglês, Standard Essential Patent (SEP) – é uma patente que protege uma invenção, ou seja, é uma norma cuja utilização é necessária para a implementação de determinado padrão tecnológico - do inglês *standard* (USPTO, 2022).

O desenvolvimento de padrões de 5G ocorre majoritariamente em grupos de especificação e trabalho da 3GPP. Os participantes enviam contribuições técnicas para consideração enquanto os grupos trabalham para desenvolver uma especificação que aborda um determinado desafio tecnológico, e após os estudos pelos parceiros do grupo, dentre os quais estão grandes corporações, há uma escolha por seguir determinadas normas e padrões.

As patentes essenciais permitem que produtos eletrônicos consigam estabelecer comunicação com produtos de outras marcas e até mesmo de outros tipos. Assim é que se dá o processo de padronização de tecnologias que permite o compartilhamento de arquivos de um mesmo formato entre diversos tipos de

aparelhos, bem como a interação entre dispositivos de diferentes fabricantes. É um movimento que permite, por exemplo, que uma pessoa compre um celular no Brasil que seja capaz de funcionar em outros países. Trata-se portanto de um movimento de proteção à propriedade intelectual, ou seja, do conhecimento produzido e necessário para a garantia de um padrão responsável pela unicidade técnica (Santos, 2014).

A tecnologia 5G tem visto um aumento nos pedidos de patente desde a sua introdução, quando em 2013 o 3GPP começou as discussões com empresas e organizações que buscam proteger suas ideias e produtos inovadores (Andrews et al, 2014). Algumas das patentes essenciais na tecnologia 5G incluem: Método e manutenção para comunicação sem fio: Refere-se à forma como a tecnologia 5G se comunica sem fio, incluindo o uso de ondas milimétricas e “beamforming”. Sistemas avançados de antenas: Patente que cobre o uso de múltiplas antenas para melhorar a transmissão e recepção de sinais 5G. Fatiamento de rede: Refere-se à capacidade das redes 5G de dividir recursos de rede em várias redes virtuais, cada uma com seu próprio conjunto de características. Enhanced Mobile Broadband (eMBB): Refere-se ao aumento da velocidade e eficiência da banda larga móvel 5G, permitindo que vídeos de alta definição e grandes transferências de arquivos sejam executados mais rapidamente. Comunicação de baixa latência ultra confiável: Refere-se à capacidade das redes 5G de fornecer baixa latência e alta confiabilidade, essenciais para aplicações como veículos autônomos e automação industrial.

Estes são apenas alguns exemplos de patentes essenciais na tecnologia 5G. É importante observar que o campo está em constante evolução e novas patentes estão sendo registradas o tempo todo, e já existem discussões e pesquisas acerca da próxima geração de tecnologias.

No que diz respeito às atividades de patentes de 5G, um relatório publicado pelo Escritório de Marcas e Patentes dos EUA (USPTO, 2022) examinou as tendências globais de patenteamento 5G e credenciamento de patentes, com foco em indicadores de valor nas quatro principais tecnologias relacionadas ao 5G (as mais patenteadas, que foram mencionadas nesse capítulo). Ele conclui que seis empresas — Ericsson, Huawei, LG, Nokia, Qualcomm e Samsung — foram as que mais credenciaram patentes de produtos relacionados ao 5G. A chinesa Zhong Xing Telecommunication Equipment Company Limited (ZTE) é às vezes mencionada como uma sétima competidora, mas durante o período examinado (2000-2021), suas

patentes e as aplicações estavam mais concentradas em seu mercado doméstico, sendo que suas atividades de patenteamento em mercados estrangeiros foram menores em relação às outras seis empresas.

Um outro estudo bibliométrico feito por pesquisadores alemães (Buggenhagen; Blind, 2022) chegou à conclusão de que o patenteamento e a padronização do 5G são impulsionados principalmente por algumas grandes empresas dos Estados Unidos (EUA), China, Coreia, Japão, Suécia e Finlândia. Além disso, mostraram que empresas líderes em desenvolvimento de tecnologia que oferecem sua tecnologia baseados em patentes sob condições de licenciamento justas, razoáveis e não discriminatórias estão entre os líderes de patenteamento.

CAPÍTULO II: POLÍTICAS E NORMAS

"A norma é o elemento que fornece um ponto de partida para o estabelecimento de inúmeras relações entre a geografia e o direito." (Antas Jr, 2005, P.49). Pessoalmente, sigo essa linha de pensamento de que o espaço geográfico é um sistema imbricado de ações e objetos (Santos, 2014). Dessa forma, a regulação e as normas são elementos jurídicos – considerando que a regulação e as normas não se reduzem apenas ao âmbito jurídico – que orientam a ação humana em algum determinado sentido, às vezes respeitando limites territoriais, às vezes numa dinâmica globalizada. A seguir farei algumas considerações sobre elementos jurídicos da telefonia móvel no Brasil, fazendo alusão também a instituições internacionais importantes no estabelecimento do padrão 5G.

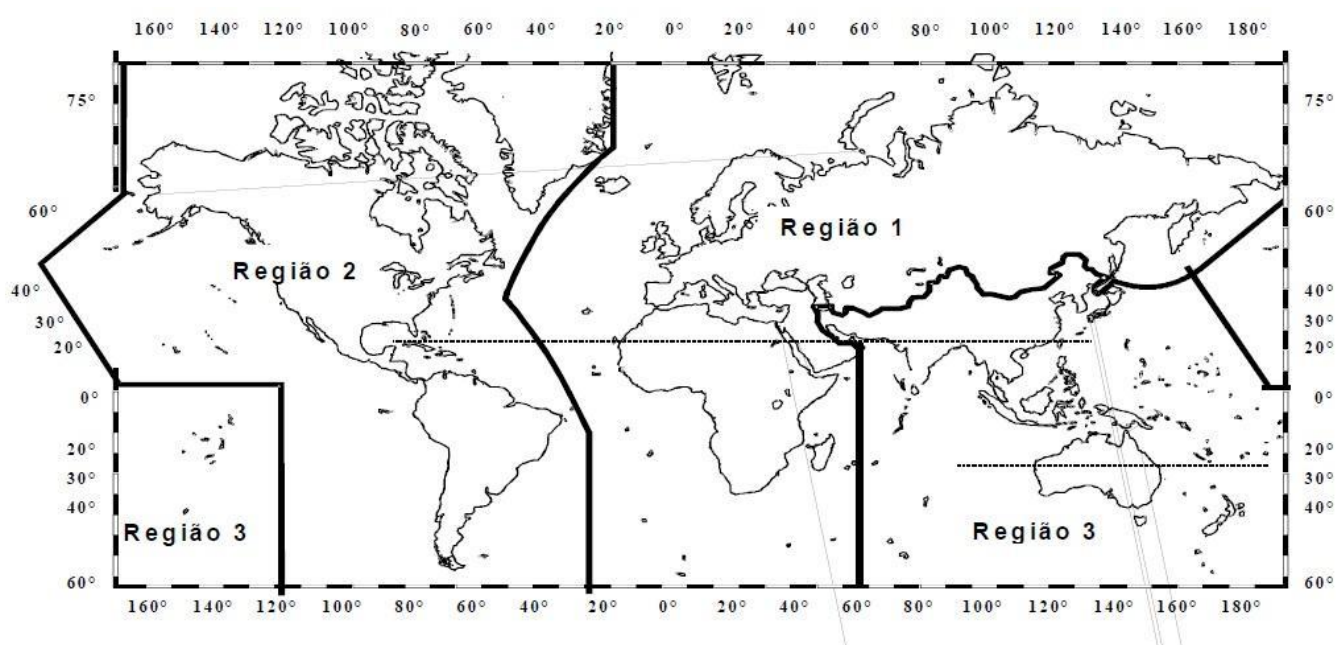
Primeiramente, discordo das afirmações do fim da dimensão territorial e da importância dos Estados Nacionais no período da globalização, ou o fim da história, como proposto por Fukuyama (1992), discurso que ganhou forças depois do final da guerra fria já num período em que assistimos à crescente influência e atuação de empresas multinacionais, com o início de uma rede de telecomunicação que permite hoje o fluxo de dados e informações entre diferentes partes do mundo de forma praticamente instantânea.

A regulação por parte dos Estados Nação e suas instituições é fundamental (Antas Jr, 2005), especialmente no caso da rede de telefonia móvel, pois a base material sobre a qual a rede está assentada, o espectro eletromagnético, é um recurso limitado, constituindo-se em bem público. Conforme prevê a Lei nº 9.472/1997, é administrado pela Anatel. Radiofrequência é a faixa do espectro eletromagnético de 8,3 kHz a 3000 GHz, onde é possível a radiocomunicação.

Atualmente existem diversas organizações governamentais, multilaterais e empresariais que produzem conhecimento, recomendações e normas sobre as redes de telecomunicação por rádio frequência. Dentre elas aqui estão as principais: a *International Telecommunication Union* (ITU), organização de telecomunicações das Nações Unidas; O 3GPP (Third Generation Partnership Project, ou Projeto de Parceria de Terceira Geração), grupo internacional que reúne pesquisadores, técnicos e empresas responsáveis pela padronização da evolução do sistema GSM

de segunda geração para 3G/4G, e hoje pelo 5G (Andrews et al, 20124). Na administração do espectro de radiofrequências são observadas as atribuições das faixas, definidas em tratados e acordos internacionais aprovados na União Internacional de Telecomunicações, que é responsável pela administração do espectro a nível mundial. A UIT divide o mundo em três regiões como mostra o mapa a seguir:

Mapa 1: Atribuições de radiofrequência a nível mundial



Fonte: Anatel (2023)⁵

Existem também várias instituições nacionais, como a brasileira Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) ou a Federal Communications Commission (FCC) dos EUA. As faixas de frequência são atribuídas regionalmente aos serviços de radiocomunicações pela União Internacional de Telecomunicações (UIT), e são atribuídas em território nacional pelas respectivas administrações, de acordo com tratados e acordos internacionais. A definição de cada serviço de radiocomunicação é feita no âmbito da UIT.

⁵ ANATEL. Resolução nº 759, de 19 de janeiro de 2023. Disponível em: <<https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2023/1834-resolucao-759>> Acesso em 22/10/2023

Houve uma necessidade histórica da padronização das redes de telecomunicações, principalmente após diversas redes de primeira geração terem sido implementadas em diferentes lugares do mundo, como na Noruega e no Japão. A unicidade técnica (Santos, 2014) foi o que mobilizou a criação de órgãos internacionais como o 3GPP, ao mesmo tempo que surgiram instituições nacionais para regular em cada país a produção e padronização dessas novas redes. Assim, hoje é possível utilizar um celular para acessar a internet em outro país, após a compra de um cartão SIM de identificação local.

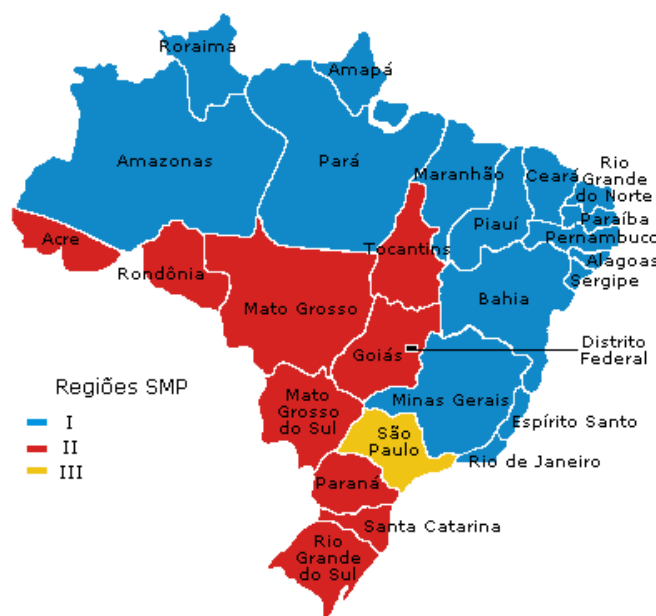
Telefonia Móvel e marcos legais

A telefonia móvel, ou o Serviço Móvel Pessoal (SMP), é um serviço de telecomunicações móveis de interesse coletivo que permite a comunicação entre estações móveis (como celulares). O serviço é prestado em regime privado, baseado nos princípios constitucionais da atividade econômica, conforme o art. 126 da Lei Geral de Telecomunicações. Nesse regime, a oferta de serviços nas regiões do país depende de interesse comercial das prestadoras, mas possui compromissos de cobertura sob regulação da Anatel (2007), no caso brasileiro. Processo semelhante ocorre nos EUA, onde os serviços de telecomunicações são prestados por operadoras privadas como Verizon, AT&T e T-Mobile, com fiscalização da Comissão Federal de Comunicações dos EUA (Prestes, 2022). É interessante ressaltar que esse movimento neoliberalista de privatizações é comum a todo o cenário de telecomunicações da América Latina ao longo dos anos 90, como ressaltado por Jurado da Silva (2020).

O Serviço Móvel Pessoal (SMP) é o sucedâneo do SMC. Com o SMP as outorgas deixaram de ser de concessões, como eram no SMC, e passaram a ser autorizações. O traço fundamental da reestruturação foi a transformação do monopólio público, provedor de serviços de telecomunicações, em um novo sistema de concessão pública a operadores privados, fundado na competição e orientado para o crescimento da universalização dos serviços (Novaes, 2000). Nesse sentido há o privilégio da competição na organização espacial (Santos, 2014).

No mapa abaixo está a divisão feita para as regiões do Serviço Móvel Pessoal, onde há uma clara sinalização da importância estratégica do Estado de São Paulo, que possui uma região inteira apenas para si.

Mapa 2: Regiões do Serviço Móvel Pessoal



Fonte: Teleco (2023a)

Até os anos 90 a telefonia celular contava apenas com o sistema Telebrás de telefonia móvel. Após o processo de privatização, que contou com grandes aportes financeiros de grandes corporações, surgiram as primeiras empresas que começaram a operar e vender o serviço de telefonia móvel. É em 1997 que a Agência de Telecomunicações (Anatel) é fundada, sendo responsável por regular a competição do setor e garantir a padronização do sistema de telecomunicações no Brasil. A regulamentação das telecomunicações é especialmente importante devido ao caráter limitado do espectro eletromagnético, que está sujeito a interferências de sinal, por exemplo. Assim, é importante regular para garantir o funcionamento de diversos serviços públicos e privados, garantindo o uso organizado da tecnologia no espaço geográfico.

Com o crescimento do uso de aparelhos celulares pela população, foram feitas licenças e outorgas de uso sobre diferentes bandas de frequência eletromagnética. Atualmente existem obrigações de atendimento com telefonia móvel 2G, 3G, 4G e agora para o 5G. Esses compromissos têm a intenção clara de impor a expansão da

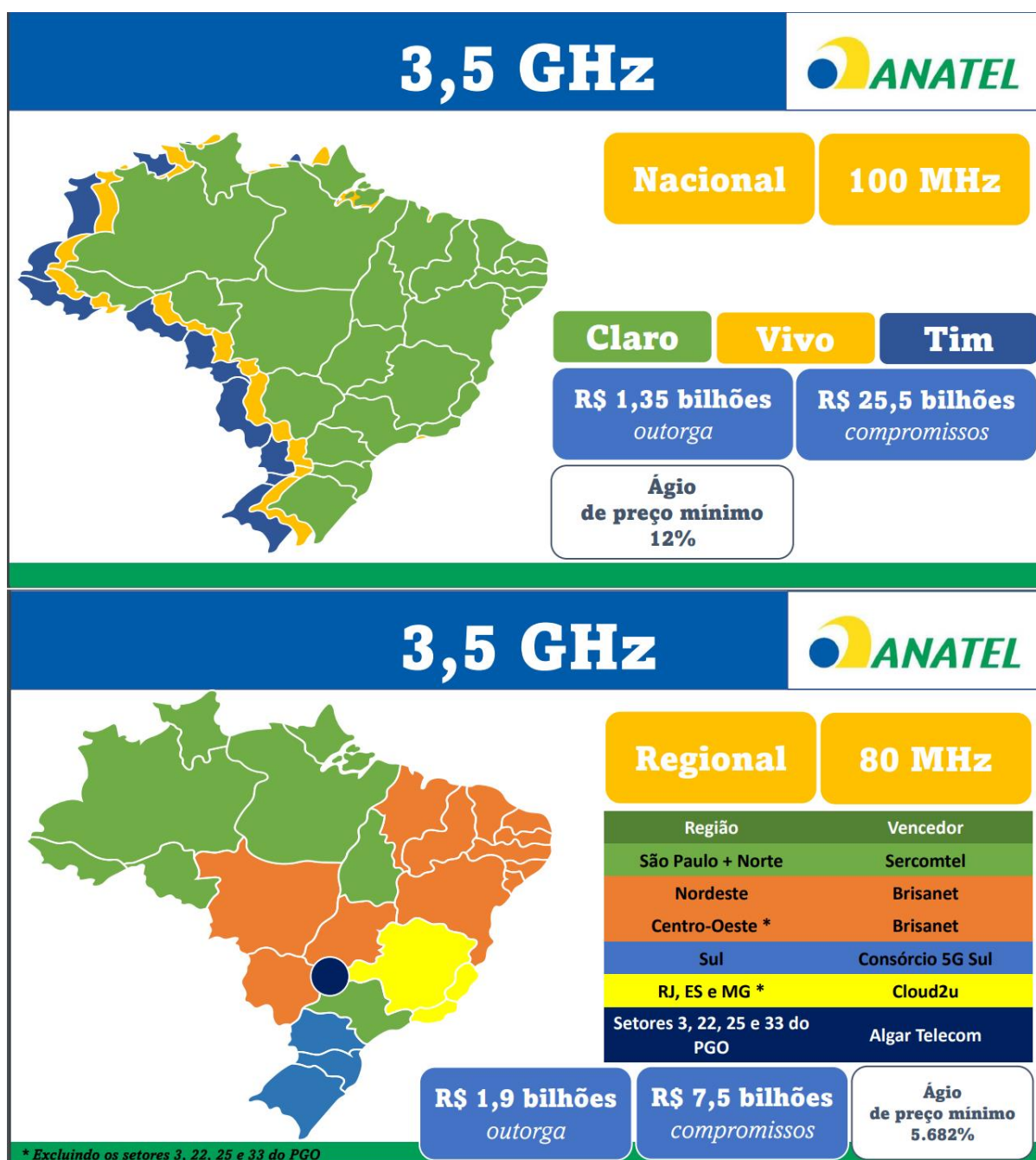
rede para todos os municípios do país, bem como o estabelecimento de infraestrutura de rede backhaul ao longo do território, e especialmente ao longo do sistema rodoviário e pelo interior do país, como na Amazônia; A Estratégia Brasileira para Redes de Quinta Geração (5G) é um instrumento de gestão para a implantação das redes 5G no país, garantindo que haja, na teoria, ganhos sociais e econômicos para a sociedade como um todo, ampliando a inclusão digital e servindo como plataforma de funcionamento de aplicações em políticas de saúde, educação, acesso aos serviços públicos, entre outros. Em novembro de 2021, foi realizado o Leilão do 5G, o qual estabeleceu diversos compromissos de abrangência (obrigações de atendimento com serviços de telecomunicações) para as proponentes vencedoras.

Leilão 5G

O leilão do 5G foi um processo em que o governo disponibilizou licenças de espectro eletromagnético para operadoras de telecomunicações para implementar redes de comunicação 5G. Ele foi estruturado em lotes de faixas de frequência adequadas para as redes de quinta geração, cada um com suas obrigações e competências. As faixas de radiofrequência podem ser consideradas como vias de circulação de dados, e daí sua importância estratégica. Como já discutido, essas faixas de frequência permitem maior largura de banda e menor latência em comparação com as tecnologias anteriores, apesar de estarem sendo usadas, também, para continuar a expansão da rede 4G já existente, por motivo de compatibilidade. Os lotes foram de abrangência nacional, regional, estadual e local, para alguns municípios; as faixas de frequência utilizadas foram as de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz.

O saldo do leilão foi de R\$46,7 bilhões movimentados por dez operadoras ganhadoras, mas é importante ressaltar que o objetivo não foi arrecadar recursos, mas sim colocar como contrapartida o investimento das quantias em infraestrutura para a expansão da telefonia móvel, com cumprimento de determinadas metas e exigências, a depender do lote. Do total arrecadado, R\$42 bilhões serão de investimentos, e R\$5 bilhões irão para o Ministério da Economia. O prazo de outorga das licenças para uso das faixas de espectro é de 20 anos ou 10 anos, em alguns casos.

Figura 4: Lotes nacionais e regionais para a faixa de 3,5 GHz



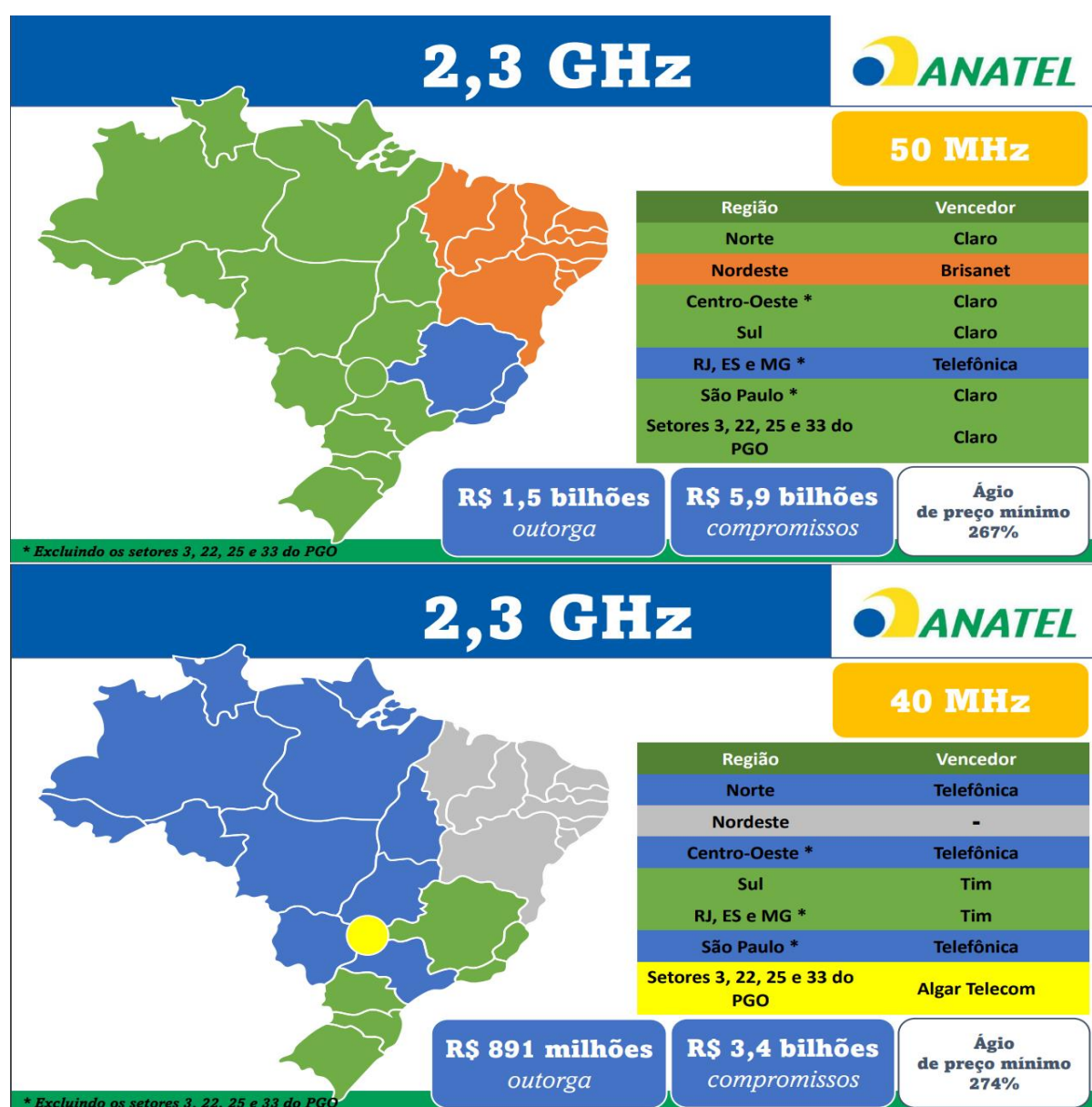
Fonte: Anatel (2022a)

A principal faixa para a estruturação, produção e venda do 5G é a faixa de 3,5 GHz, considerada mais atraente pelas empresas. As operadoras Claro, Vivo e TIM arremataram três lotes na faixa de 3,5 GHz no Leilão do 5G, sendo que um quarto lote ficou sem proponentes. Os lances vencedores foram: R\$ 338 milhões (ágio de

5,18%, valor acima do mínimo previsto no edital) da Claro para o lote B1; R\$ 420 milhões (ágio de 30,69%) da Vivo para o lote B2; e R\$ 351 milhões (ágio de 9,22%) da TIM para o lote B3, todos os lotes de abrangência nacional.

Os lotes regionais da faixa de 3,5 GHz foram arrematados pela Sercomtel no estado de São Paulo e na região Norte; Brisanet que ficou com os lotes do Nordeste e Centro-Oeste; região Sul ficou com o Consórcio Sul, enquanto Algar ficou com alguns setores do Centro-Oeste, e Sudeste, e a Cloud2u ficou com os estados sudestinos do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais.

Figura 5: Lotes nacionais e regionais para a faixa de 2,3 GHz



Fonte: Anatel (2022a)

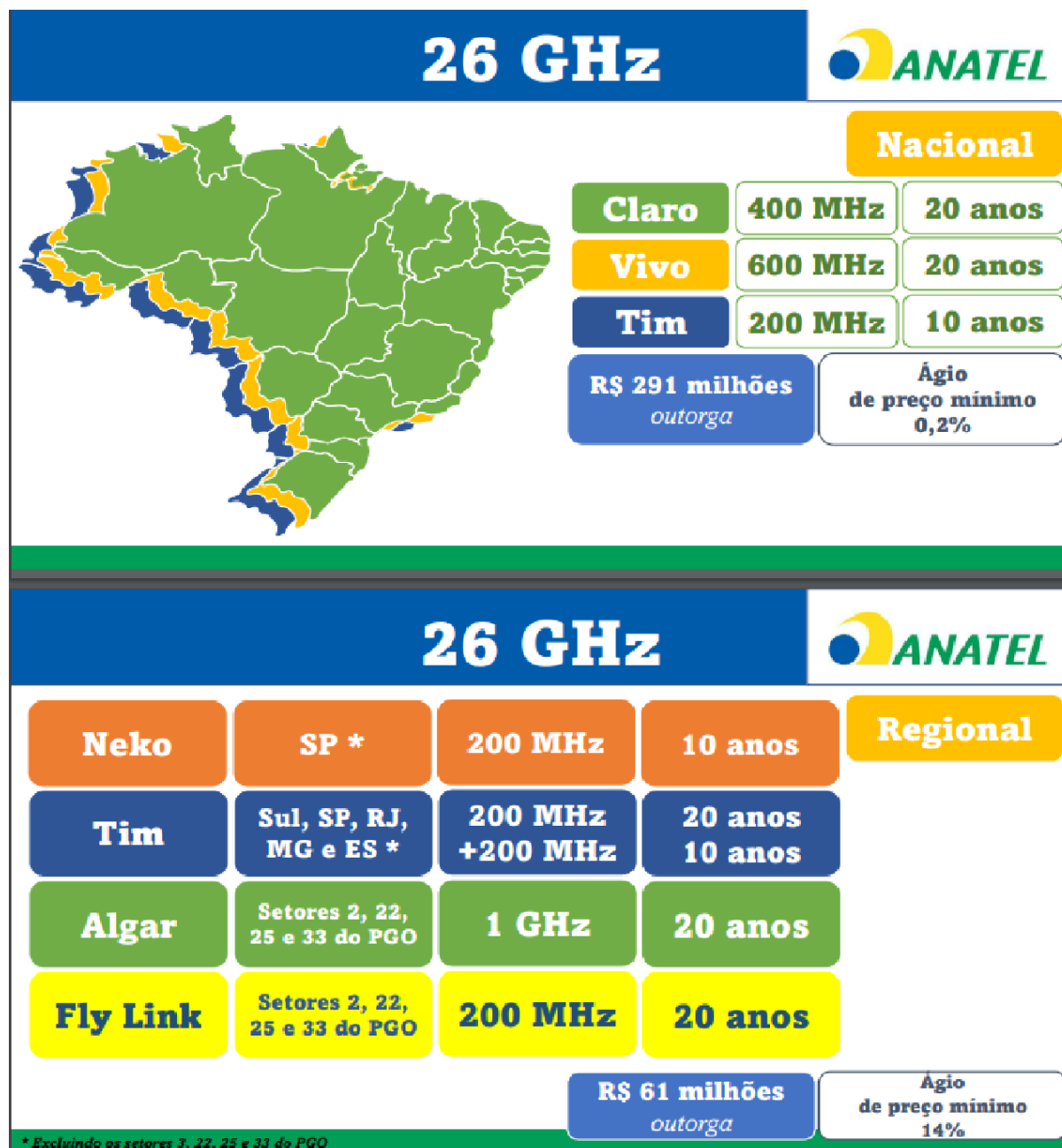
Na faixa de 2,3 GHz, de lotes regionais, saíram vencedoras as seguintes empresas: Claro, que vai atuar nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul e no estado de São Paulo; Brisanet, de atuação na região Nordeste; a Vivo, que vai atuar nos estados de RJ, ES e MG; e Algar Telecom vai atuar no Sul de Minas e em localidades de GO, MT e SP. Essa faixa é considerada a menos atraente e mais onerosa do leilão, devido a obrigação atrelada a essa faixa de levar 4G a 95% da área urbana dos municípios que não possuem esse serviço.

O leilão incluiu outros lotes regionais também na faixa de 2,3 GHz, mas com menor espectro. Isso significa que a facilidade para transmitir e a qualidade da transmissão tendem a ser menores. A distribuição dos lotes foi a seguinte: Vivo vai operar nas regiões Norte, Centro-Oeste no estado de São Paulo e a TIM terá operação na região Sul e nos estados do Rio, Espírito Santo e Minas Gerais.

Na faixa de 26GHz haviam lotes nacionais lotes nacionais, com autorização de 20 anos para exploração da faixa, cujas empresas vencedoras foram a Claro, Vivo e Tim. Os lotes regionais para essa faixa foram arrematados pela Neko, no estado de São Paulo, Tim, na região Sul e nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. A Algar e a Flylink arremataram alguns setores do Centro-Oeste, e Sudeste. Vale ressaltar que a ambas Flylink e Neko desistiram de pagar pelos lotes e devolveram as licenças de exploração pelo espectro⁶. A Fly Link, ISP que tem sede na cidade de Uberlândia e outras cinco cidades do Triângulo Mineiro, enquanto a empresa Neko Serviços de Comunicações Entretenimento e Educação Ltda. é uma empresa ligada à Surf Telecom, mas o CNPJ e a composição acionária são diferentes.

⁶ SANT'ANA, Jéssica. Seis meses após certame, outra empresa desiste de lote arrematado no leilão do 5G. G1 - Globo, Brasília. Publicado em maio de 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2022/05/12/seis-meses-apos-certame-outra-empresa-desiste-de-lote-arrematado-no-leilao-do-5g.ghtml>> Acesso em 29/10/2023

Figura 6: Lotes nacionais e regionais para a faixa de 26 GHz



Fonte: Anatel (2022a)

Já o lote de 70MHz foi ganho pela Winity II Telecom, ligada ao grupo pátria de investimentos, que tem sede nas ilhas Cayman. A empresa ofereceu o maior lance, de R\$1,427 bilhão, pelo lote 1, na faixa de 700 MHz, que permite oferecer o serviço em todo o território nacional. A empresa vai oferecer serviço de conectividade no modelo de atacado, em que outras companhias poderão "alugar" parte da rede, para

então levá-la a consumidores finais. E o foco inicial será o 4G, até pelas contrapartidas exigidas pelo governo para a exploração da faixa: levar internet a 31 mil quilômetros de rodovias federais e para localidades sem 4G. A frequência de 700 MHz é mais adequada à transmissão de dados por ser mais estável e mais densa, além de ter um poder de penetração maior por obstáculos; já as frequências mais altas podem ser barradas por prédios, muros ou outras barreiras físicas. Vale ressaltar que essa faixa de frequência é padronizada para o 4G internacionalmente (Bertollo, 2019a).

Figura 7: Lotes nacional para a faixa de 700 MHz



Fonte: Anatel (2022a)

A Winity II é uma empresa que desponta com o arremate para o lote nacional na faixa de 700 MHz, mas é importante ressaltar que ela, atualmente, busca um acordo com a Vivo para compartilhamento de sua infraestrutura de rede⁷. A Telefônica disponibilizará meios de rede à Winity para fins de cobertura e atendimento de 1.012 trechos de rodovias e de 313 localidades conforme obrigações por ela assumidas com a aquisição do direito de uso do espectro 700 MHz no Leilão do 5G, em modelos de roaming (Acordo de Roaming) Em contrapartida, a Winity ainda cederá à Telefônica

⁷ <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/cade-autoriza-operacao-entre-telefonica-brasil-e-winity/>

o direito de uso de infraestrutura passiva que permitirá a ampliação de cobertura para serviços de telecomunicações da Telefônica em determinadas localidades.

Num balanço geral, algumas considerações podem ser feitas a essa política de lotes espaciais nacionais e regionais. A organização política do leilão e dos lotes propiciou um processo de competição acirrada entre as empresas, com a possibilidade de empresas e grupos de investimento de expressão regional ganharem mais espaço dentro do mercado de telecomunicações. Se por um lado novas empresas, inclusive nacionais, ganharam espaço para atuar no mercado de telecomunicações brasileiro, por outro, os oligopólios continuam a dominar os lotes nacionais, e inclusive competem com as outras empresas e grupos de investimento para determinados lances regionais e locais, além de possuírem ainda, mais infraestrutura de rede, como será visto mais adiante.

Compromissos de abrangência do 5G

O Edital do 5G trouxe obrigações relacionadas à oferta do serviço em todos os distritos urbanos do país, bem como cobertura a todas as rodovias federais, e infraestrutura de transporte (backhaul) de fibra óptica a diversas localidades, sem esquecer dos compromissos de levar a tecnologia 5G a todos os 5.570 municípios. Ademais, no SMP há uma obrigação de cumprimento dos indicadores de qualidade determinados pelo Plano Geral de Metas de Qualidade (PGMQ-SMP), da Anatel, aplicável a todas as prestadoras do SMP, que inclui sanções pelo seu descumprimento. O objetivo das contrapartidas é sanar as deficiências de infraestrutura, modernizar as tecnologias de redes e massificar o acesso a serviços de telecomunicações do país, especialmente em lugares com menores densidades demográficas, como cidades com menos de 30 mil habitantes.

Dentre os principais compromissos e obrigações das empresas, estão: o trabalho migrar o sinal da TV parabólica para liberar a faixa de 3,5GHz para o 5G, arcando com os custos; construir uma rede privativa de comunicação para a administração federal e dessa forma constituir uma rede técnica a serviço do Estado Brasileiro; instalar rede de fibra óptica, via fluvial, na região amazônica, num projeto de interiorização das redes técnicas; levar fibra óptica para o interior do país; e disponibilizar o 5G em todas as capitais até julho de 2022.

Uma das medidas, por exemplo, é que as proponentes vencedoras dos Lotes de frequência G1 a G10, H1 a H42, I1 a I10 e J1 a J42 deverão cumprir compromisso de Conectividade em Escolas Públicas de Educação Básica, com a qualidade e velocidade necessárias para o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas atividades educacionais regulamentadas pela Política de Inovação Educação Conectada, estabelecida pela Lei nº 14.180/2021, e pelo Decreto nº 9.204/2017. Ainda que tenha uma intenção nobre de inclusão digital, ainda é questionável a forma como os alunos são treinados e condicionados a utilizar essas tecnologias, e a partir de quais aparelhos fazem uso dessa tecnologia (muitas vezes amparados por aparelhos celulares).

Figura 8: Obrigações de investimentos do 5G



Fonte: Anatel (2022a)

Os compromissos assumidos demonstram uma clara intenção de implementação da rede inicialmente nas capitais e grandes cidades, passando a expandir a rede para menores municípios, até completar o objetivo de alcance a todos os municípios, num processo de adensamento da infraestrutura de rede com quantidades mínimas de antena por habitante, com maior densidade de infraestrutura onde há maior concentração populacional, como é o caso das capitais e regiões

metropolitanas. Os compromissos de abrangência podem ser acompanhados em um painel da Anatel (2022). O calendário e seus objetivos podem ser observados na figura 8.

Talvez o mais interessante e importante compromisso seja o de conectividade pelas vias de circulação mais importantes do país, de caráter rodoviário (Huertas, 2013). A expansão e o desenvolvimento da infraestrutura de transportes e logística no Brasil é um dos focos principais do Estado brasileiro, principalmente após a concretização do leilão do 5G. A partir de agora, mais rodovias brasileiras terão conectividade, o que permitirá, por exemplo, sistemas complexos de acompanhamento de carga. O sinal de internet chegará a 35,7 mil quilômetros de estradas, cobrindo trechos de rodovias importantes como a BR-116 (a maior do país), a BR-101 (que acompanha o litoral), a BR-163 (fundamental para o escoamento de grãos) e a BR-230 (Transamazônica). Todos os estados brasileiros serão beneficiados com a chegada da conexão, que irá otimizar custos do setor e aumentar a produtividade econômica do país, a partir de uma espécie de economia de externalidades. As rodovias selecionadas para receber o sinal foram consideradas estratégicas para o transporte de passageiros e para o escoamento da produção agropecuária. A seleção foi feita pelo Ministério das Comunicações, com o apoio da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e do Ministério da Infraestrutura.

O investimento para levar cobertura 4G será feito pela Winity II – empresa que arrematou a faixa de radiofrequência de 700 MHz. No edital, já era previsto o compromisso de cobertura de 1.185 trechos de rodovias, totalizando 31,4 mil km. Outros 1.164 trechos (equivalentes a outros 4,3 mil km) foram adicionados às obrigações após a conversão do ágio desse lote, que excedeu em R\$1,2 bilhão (805%) o preço mínimo estipulado. Com os investimentos, todas as rodovias federais pavimentadas passarão a ter internet disponível. Receberão cobertura de internet móvel as rodovias que ainda não contam com infraestrutura de conectividade, sendo que a região que mais terá malha rodoviária conectada será o Nordeste (11,2 mil km), seguida do Centro-Oeste (7,5 mil km), Norte (7,2 mil km), Sudeste (5,2 mil km) e Sul (4,4 mil km).

Entre os estados, Minas Gerais lidera o ranking com 4,5 mil km de rodovias indicados para receber cobertura 4G. Serão conectados trechos que passam por

idades relevantes para a produção agrícola, como as da região do Triângulo Mineiro – entre elas, Uberlândia, Ituiutaba, Frutal e Prata. A conectividade contribui para otimizar o setor de transportes, permitindo melhor monitoramento de cargas e uso de tecnologias que reduzam o desperdício nos trajetos.

O edital estabeleceu metas que devem ser cumpridas pela Winity II para garantir a cobertura total das rodovias. Até dezembro de 2023, devem ser atendidas pelo menos 10% das estradas e, a partir daí, os prazos começam a ser anuais. Até 31 de dezembro de 2029, todos trechos devem ter conexão.

Figura 9: Cobertura em Rodovias Federais



Fonte: Ministério das Comunicações (2022)

Lei geral das Antenas

A Lei Geral das Antenas (Lei nº13.116/2015) desempenha um papel fundamental na modernização das redes de telecomunicações no Brasil. Seus objetivos incluem fomentar o desenvolvimento tecnológico e econômico, acelerar a implantação do 5G, reduzir a burocracia, melhorar a qualidade dos serviços, promover a universalização do acesso e garantir a segurança e a saúde pública. Essa legislação

desempenha um papel crucial no avanço da conectividade e na promoção do desenvolvimento dos sistemas técnicos para a telefonia móvel no Brasil.

Essa lei de 2015 é um importante marco por criar critérios específicos para a implementação de infraestrutura de rede para empresas de telecomunicações. Além de estabelecer critérios para o licenciamento, também são consideradas algumas imposições, para que as antenas sejam implementadas em áreas sem conflito com legislação urbanística, paisagística e ambiental. Uma antena, por exemplo, não pode estar próxima de uma área de pouso, ou numa área que atrapalhe a circulação. Assim, essa lei veio para regulamentar em vários níveis a implementação das antenas, especialmente no licenciamento e fiscalização.

A lei de 2015 passa por uma revisão a partir da Lei nº 14.424/2022, que autoriza a instalação de infraestrutura de telecomunicações em casos de não manifestação do órgão competente no prazo estabelecido. A norma regulamenta o chamado "silêncio positivo" após um prazo determinado de 60 dias de prazo máximo, contados a partir da apresentação do requerimento para instalação junto ao órgão público municipal. Contudo, o prazo excedido não acarretava ao órgão competente qualquer responsabilização. A lei sancionada autoriza a entidade requerente a realizar a instalação, caso ultrapassados os 60 dias sem apreciação. Para tanto, deve ser mantida a conformidade com as condições estipuladas no requerimento de licença e com as demais regras previstas em leis e em normas municipais, estaduais, distritais e federais pertinentes. A qualquer tempo, o órgão competente poderá cassar a licença caso as condições estipuladas sejam descumpridas.

Essa lei do "silêncio positivo" vem no sentido de facilitar a implementação de antenas num contexto de crescimento e expansão das redes de quinta geração, quase numa desburocratização do processo de fiscalização; no entanto, vejo que é uma lei que procura remediar ao invés de prevenir, podendo acarretar em mais trabalho na correção e remoção de antenas que não tenham sido adequadas às legislações competentes.

CAPÍTULO III: GEOGRAFIA DA TELEFONIA MÓVEL

Para atender o objetivo de entender a difusão do 5G pelo território brasileiro, será necessário considerar o processo de produção do espaço geográfico, através da apropriação e transformação do meio natural em uma segunda natureza, sobre a qual os homens agem, constituindo sistemas de objetos e sistemas de ações (Santos, 2014). Nesse processo histórico, a divisão social do trabalho se estabelece e se territorializa, criando as condições gerais da produção de forma desigual sobre o território e as regiões (Lencioni, 2007). Assim, para entender as redes de telecomunicações no território brasileiro é necessário compreender a totalidade do Brasil enquanto nação, considerando a dimensão da formação socioespacial (Santos, 1977) na difusão territorial da técnica e dos padrões tecnológicos como o 5G (Prestes, 2022), reconhecendo também a totalização atual dos espaços da globalização; Até aqui, tentei considerar as verticalidades presentes no território por meio da identificação das principais empresas envolvidas no estabelecimento e produção da tecnologia 5G, seja na produção de infraestrutura de rede e oferecimento de serviços, na produção de telefones celulares compatíveis, e as que lideram o desenvolvimento de patentes. Agora, teço algumas considerações sobre o Brasil e a divisão territorial do trabalho, como base para entender a difusão tecnológica do 5G pelo território.

“Assim, é no entrelaçamento entre totalidade-mundo em movimento, desenvolvimento geográfico desigual, produção do espaço e configurações geográficas que embasamos nossa reflexão, compreendendo que é desse entrelaçamento que resultam fragmentações do espaço total da nação-Estado Brasil, as quais têm sido expressas por meio de propostas de regionalização, tal como fizeram Geiger, Corrêa, Santos e Moreira, entre tantos outros.” (Cruz, 2020, p.32)

A formação socioespacial brasileira tem sua gênese associada ao modo de produção capitalista, sendo uma expressão das transformações políticas, econômicas, socioculturais e espaciais pelas quais passou o mundo nos últimos cinco séculos, sendo uma expressão própria, mas que também possui reflexos de ordens distantes.

Divisão territorial do trabalho e desigualdades brasileiras

É verdade que os critérios naturais desempenham certo papel como variável para o desenvolvimento geográfico desigual, mas é preciso reconhecer que existem outras forças de natureza social e econômica que regem o espaço geográfico e o território brasileiro, e que diferenciam os lugares e regiões em condições de ocupação e distribuição da população, de infraestrutura e de condições variáveis de renda e educação, por exemplo. É também necessário reconhecer que essa diferenciação faz parte de um processo histórico em andamento, servindo a diversos interesses como o da metrópole, no caso do período colonial, e do Estado Brasileiro ou de grandes corporações e multinacionais, num período contemporâneo de globalização.

Em primeiro lugar, a ocupação colonial privilegiou a distribuição da população e desenvolvimento de algumas localidades principalmente associadas ao litoral, visto a importância estratégica de proteção do território e do escoamento de mercadorias pela via portuária, predominante na época. É isso que, em parte, explica a formação de núcleos coloniais e regiões de ocupação ao longo de todo o litoral, o que resultou, atualmente, numa malha municipal muito mais fragmentada ao longo do Nordeste, Sul e Sudeste, como demonstrado por Cruz (2020).

Mapa 3: Brasil: densidade demográfica - 2010



Fonte: Densidade demográfica (2012)

O mapa 3, de densidade demográfica pelo território brasileiro, demonstra uma clara concentração de habitantes por Km² ao longo da faixa litorânea em direção ao interior no Nordeste, Sudeste e Sul, com pontos de concentração no interior do país especialmente nas capitais, grandes cidades e áreas metropolitanas.

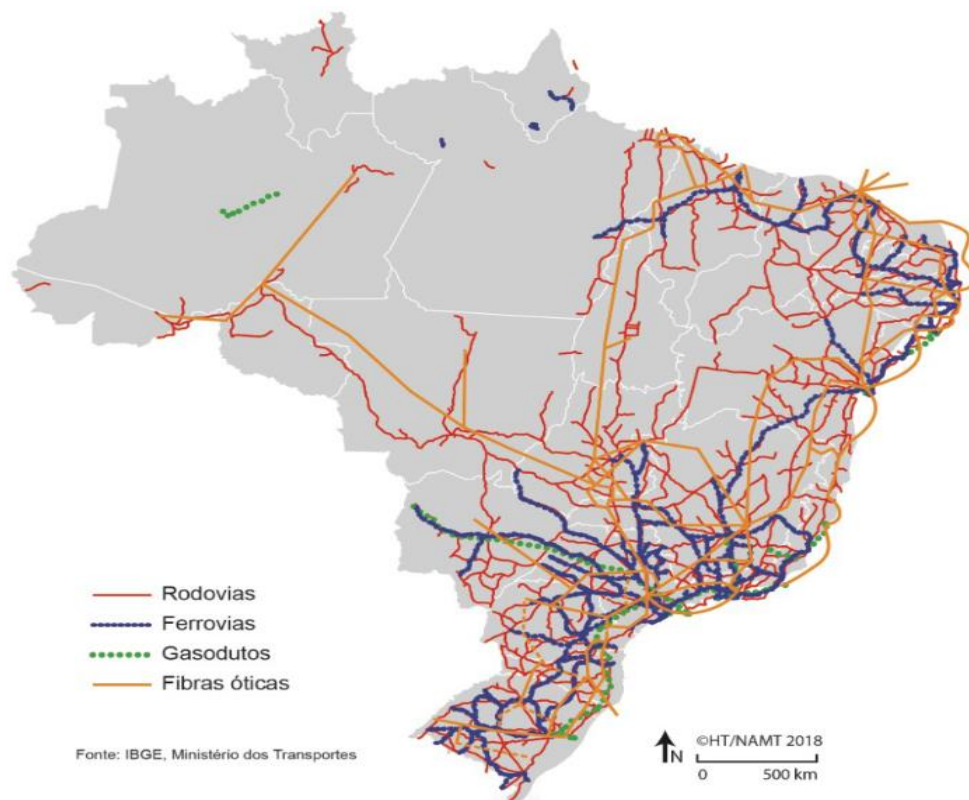
Pensando na distribuição da atividade industrial como estruturante da relação sociedade espaço a partir de Moreira (2014) e Lencioni (2015), Cruz (2020) faz uma análise da concentração da “atividade industrial em geral como das atividades intensivas em conhecimento na porção oriental do território, corroborando a leitura de Milton Santos quanto à existência de uma “região concentrada”, formada pelas regiões Sudeste e Sul.” (Cruz, 2020, p.37)

Também é importante destacar o papel das redes de circulação e sua influência na organização e controle do território (Arroyo, 2015). O mapa 4 ilustra a densidade de infraestrutura de circulação (rodovias, ferrovias, gasodutos e cabos de

fibra óptica), demonstrando o que Cruz (2020) caracteriza como uma concentração na porção oriental do país, especialmente nas faixas litorâneas que concentram também mais população. É interessante notar que existe um interesse do Estado de trazer mais infraestrutura para o interior do país, o que é provado, por exemplo, pelas obrigações ligadas à implementação do 5G pelas empresas, dentre as quais estão a cobertura de milhares de quilômetros de rodovias federais, bem como um plano para trazer infraestrutura de fibra óptica (Backhaul) para a Amazônia.

“As infraestruturas de circulação (de mercadorias, de pessoas, de informação) acompanham a concentração demográfica, urbana e industrial que caracteriza o território brasileiro, como expresso no Mapa 5 [Mapa 4, na pesquisa em questão]. Essas infraestruturas formam verdadeiras redes técnicas (Santos, 1996), as quais, na atualidade, segundo Arroyo (2015, p. 42), “enquanto sistemas de engenharia modernos e complexos transmitem valor às atividades que delas se utilizam [...] os lugares melhor dotados dessas infraestruturas serão mais disputados entre as empresas que entram no jogo da competitividade”” (Cruz, 2020, p.37)

Mapa 4: Brasil: redes de transporte - 2014



Fonte: Théry; Mello-Théry (2018)

Cruz (2020) também faz uma consideração sobre a desigualdade social de renda e escolaridade, através de índices como rendimento nominal médio mensal e distribuição espacial do índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) no território nacional, também se baseando nas análises de Jacques Lambert e Arretche (2015), concluindo que há uma cisão forte entre o Norte e o Sul do país, apesar do crescimento positivo de indicadores sociais no Brasil como um todo, bem como na América Latina. Há também que reconhecer as desigualdades intrarregionais dos lugares entre si, na configuração de pontos luminosos, onde o desenvolvimento e boas condições de vida estão presentes, e lugares opacos.

“A forte concentração da PEA em regiões metropolitanas, com destaque para São Paulo e Rio de Janeiro, é uma expressão, também, da concentração demográfica em geral e da concentração de renda no país, assim como da existência de uma rede urbana fortemente hierarquizada. Além disso, enquanto o Mapa 7 evidencia mais claramente uma fragmentação do espaço no sentido leste-oeste, o Mapa 8 aponta as históricas cisões norte-nordeste e sul-sudeste, a que se junta, mais recentemente, considerando melhores indicadores sociais, a região Centro-Oeste” (Cruz, 2020, p.43)

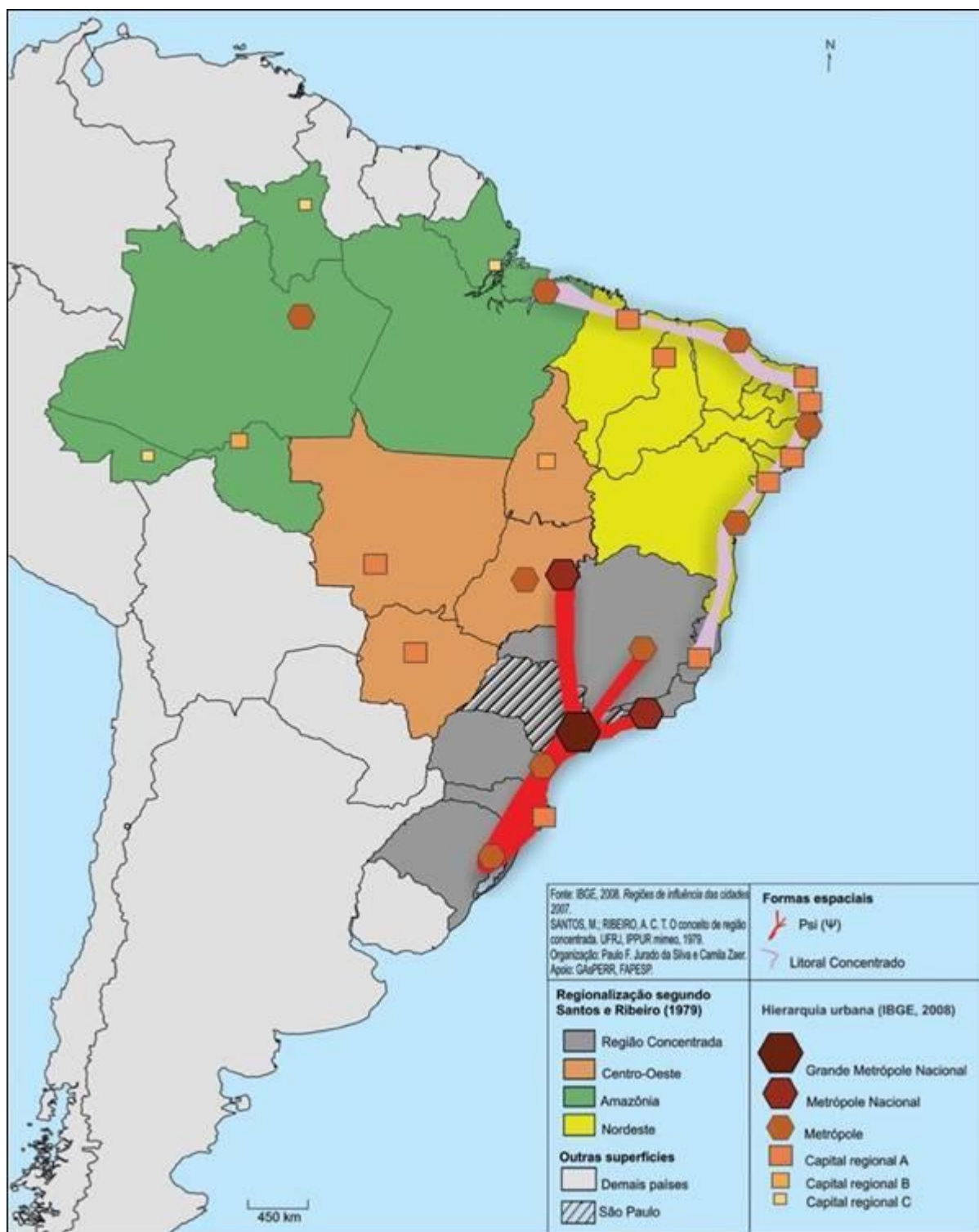
As redes de telecomunicações no Brasil

Alguns autores já publicaram pesquisas geográficas sobre o tema das redes de telecomunicações no Brasil (Bertollo, 2019; Bertollo et al., 2022; Cardoso Junior, 2009; Israel, 2019; Jurado da Silva, 2020; Rodrigues, 2020; Silva, 2015), apontando que o mercado de telecomunicações passou por um processo de privatização que resultou hoje na atuação de quatro grandes grupos (Vivo, Claro, Tim e Oi/CorpCo) em operação no uso corporativo do território brasileiro, sendo que recentemente a Oi móvel foi incorporada pelas três outras grandes empresas⁸. Assim, o mercado das telecomunicações é dominado por oligopólios orientados sob a lógica do capital internacional, e na telefonia móvel isso não é diferente. Existem, no entanto, empresas de origem nacional que possuem atuação mais restrita: a Sercomtel, em Londrina, a Algar (CTBC) em Uberlândia e Triângulo Mineiro, a Brisanet no Nordeste e o Consórcio Sul no Sul do país.

⁸ WIZIACK, Julio (Folha de São Paulo). Dividido, Cade aprova compra fatiada da Oi pelas três maiores concorrentes. 09/02/22. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2022/02/dividido-cade-aprova-compra-fatiada-da-oi-pelas-tres-maiores-concorrentes.shtml>>. Acesso em 20/11/22

Além disso, os mesmos autores concluem que a rede de telecomunicações no Brasil é desigual e concentrada. Jurado da Silva (2020), aponta para o desenho de um “psi” geográfico, visível no mapa 3 que articula as principais metrópoles e centros de influência regional dentro da região concentrada de Santos e Ribeiro (1979), constituindo uma área central do telecomando. Bertollo (2019a; 2019b) confirma isso, apontando a concentração das redes em cidades e centros urbanos em lugares de consolidação histórica da divisão social e territorial do trabalho, numa acumulação desigual de tempos. Trata-se, portanto, do reconhecimento de áreas com maior carga de densidade técnica, especialmente em capitais, regiões metropolitanas e centros regionais do país, e que encontram favorecimento dentro da organização e regimento do espaço.

Mapa 5: O “Psi” no território brasileiro.



Fonte: Jurado da Silva (2014)

Atualmente, esse processo se intensifica com a produção e reprodução das redes de telecomunicação, de forma que cada tecnologia tenha suas próprias configurações espaciais, localizadas desigualmente no espaço geográfico.

“(...) são as ondas da informação de diferentes modos que transmitem a conexão e a desconexão e que ativam ou desativam lugares, compondo normatividade, ordem e poder de determinados agentes, corporações e do Estado. Os territórios são hoje, então, alvo da estratégia de grupos empresariais, da regulação estatal, do telecomando em comunicação com as grandes engrenagens que mantém o sistema capitalista em ação, por meio do poder do controle remoto corporativo dos territórios e das instituições globalmente” (Jurado da Silva, 2020, p. 28-29)

As corporações agem sobre o território muitas vezes amparadas pelas agências de regulação (Israel, 2019), produzindo uma rede altamente técnica que também é localizada em nós estratégicos do território brasileiro, e favorece o fluxo de informação em determinadas áreas, principalmente regiões metropolitanas e áreas industriais do eixo sul-sudeste, apesar de Silva (2020) pontuar que “ (...) é válido frisar que capitais como Recife, Fortaleza, Salvador e Goiás [e também Vitória] também são relevantes para explicação do Brasil atual, desigual e complexo” (p.26), localizadas no “litoral concentrado” do Nordeste. Além disso, as capitais são elemento importante para a articulação territorial, fator que foi enfatizado, por exemplo, com a chegada do 5G primeiro justamente nessas localidades. Assim, o território é preparado técnica e normativamente para ser instrumento de emissão e recepção das demandas da globalização (Silva, 2015; 2020)

Fases de implantação do 5G

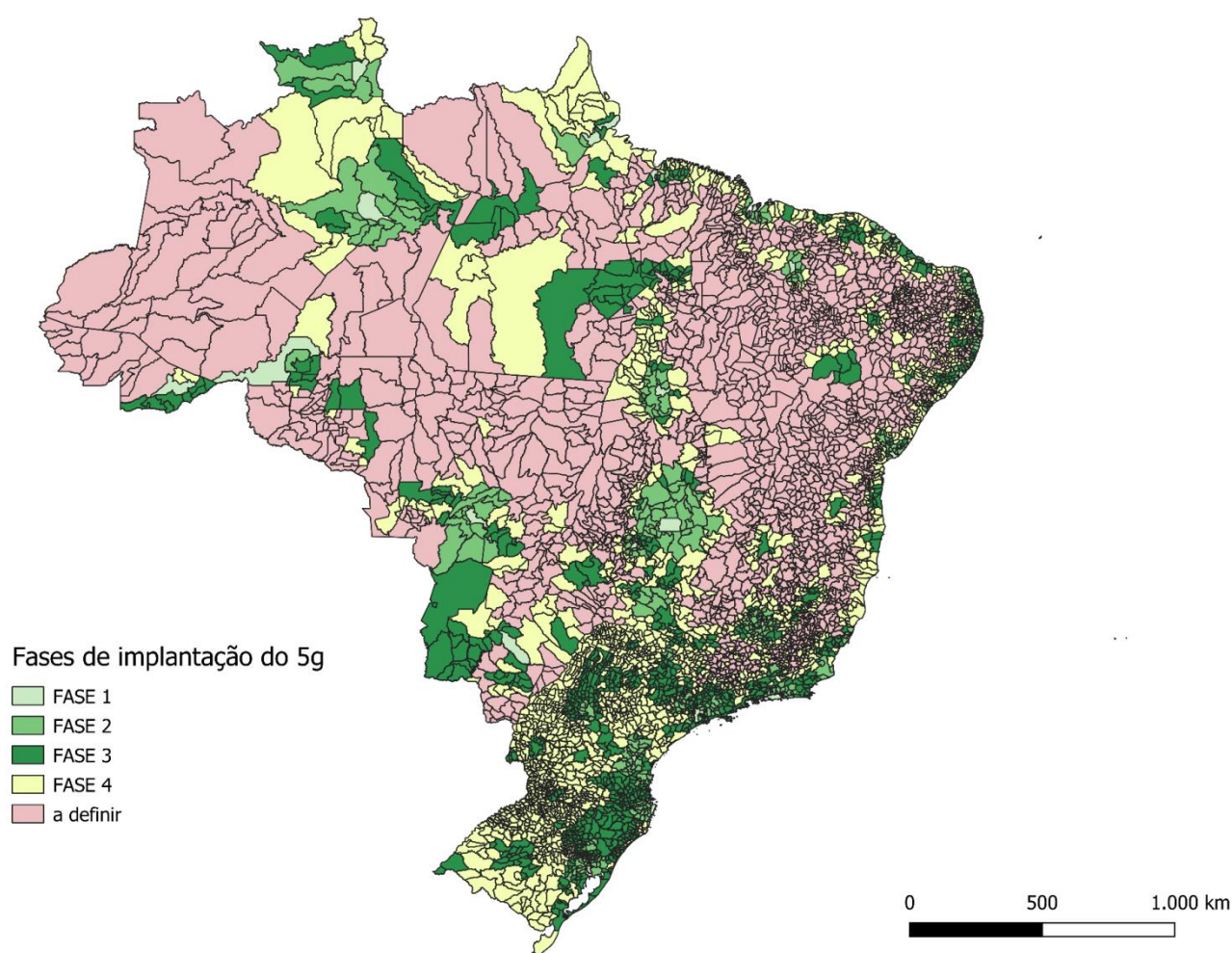
O lançamento da tecnologia 5G será em etapas ou fases, sendo um processo que iniciou em 2021 e que ainda está andamento, contando com a supervisão de diversos grupos técnicos unidos no Grupo de Acompanhamento da Implantação das Soluções para os Problemas de Interferência na faixa de 3.625 a 3.700 MHz (Anatel, 2023e), que é a principal faixa de espectro destinada para o consumo de massa. A constituição do Gaispi foi determinada por meio do Edital de Licitação nº 1/2021-

SOR/SPR/CD-ANATEL, o chamado Leilão de 5G. O cronograma beneficiará o suporte para as capitais do país numa primeira fase, e em seguida continuará a ser implementado em outros municípios estratégicos, ou a partir do entorno da rede já consolidada. A expectativa é de que até 2028 as cidades com até 30 mil habitantes sejam as últimas a ter a tecnologia disponível.

Dos 5.570 municípios contemplados pelas fases de implementação, 1812 já tiveram o sinal antecipado ou liberado, 1811 estão com o planejamento aprovado, e 1947 municípios a serem planejados, com uma população total de 213,3 milhões de habitantes contemplados. Com base no mapa 4, é possível identificar que nas regiões sul e sudeste há uma concentração de municípios onde o sinal já foi liberado ou em que o planejamento já está aprovado, mas onde o sinal ainda não foi liberado (fase 4, em amarelo). Sendo assim, mais da metade dos municípios brasileiros já estão em fase de implantação da tecnologia, a depender do ritmo de cada município a adequar sua legislação e desocupar a faixa de espectro para ser utilizada. Essa expressão de grande parte dos municípios contemplados, até o momento, estar na faixa sul-sudeste e também no litoral concentrado do Nordeste, se deve, em parte em função de sua malha municipal mais fragmentada, mas também pelos fatores socioeconômicos que fizeram dessas regiões áreas mais dinâmicas.

No Nordeste e Centro-Oeste, principalmente ao redor de grandes cidades e das capitais, é possível ver esse processo de implementação. No Nordeste se destaca a liberação do sinal especialmente ao longo do litoral concentrado. É possível ver em Brasília, por exemplo, como esse processo se dá: inicialmente (fase 1) pelo distrito federal, e posteriormente se estende aos municípios ao redor (fases 2 e 3). É notável como ainda há uma grande carência de liberação do sinal nas regiões Norte e Nordeste; no segundo caso, é no interior da região onde há menos municípios com o sinal liberado ou planejado.

Mapa 6: Fases de implantação do 5G no território brasileiro



Fonte: Elaboração própria do autor com base em Anatel (2023e)

A partir do mapa 6, é possível fazer uma análise espacial da difusão do 5G, que consistiu, inicialmente, na implementação dessa tecnologia em alguns pontos-chaves do território: as capitais das unidades federativas, a partir de onde essa tecnologia vai se expandindo de forma extensiva (Monte-mór, 2006), em uma forma de “hinterlândia urbanizada” (Brenner, 2018), especialmente ao longo das regiões metropolitanas que aglutinam vários municípios com grandes montantes populacionais. É importante ressaltar que as fases de implantação revelam na verdade o cronograma oficial para implantação do 5G: primeiro nas capitais (Fase 1), e na sequência: em cidades com mais de 500 mil habitantes, 200 mil habitantes, 100 mil habitantes e 30 mil habitantes. Cidades e municípios com maiores montantes populacionais, portanto, têm a liberação do sinal mais cedo. Vale ressaltar que os

dados de liberação de sinal são de setembro de 2023, e que a mais municípios irão passar por esse processo com o tempo.

Mapa 7: Distribuição das ERB NR (5G) pelo território brasileiro



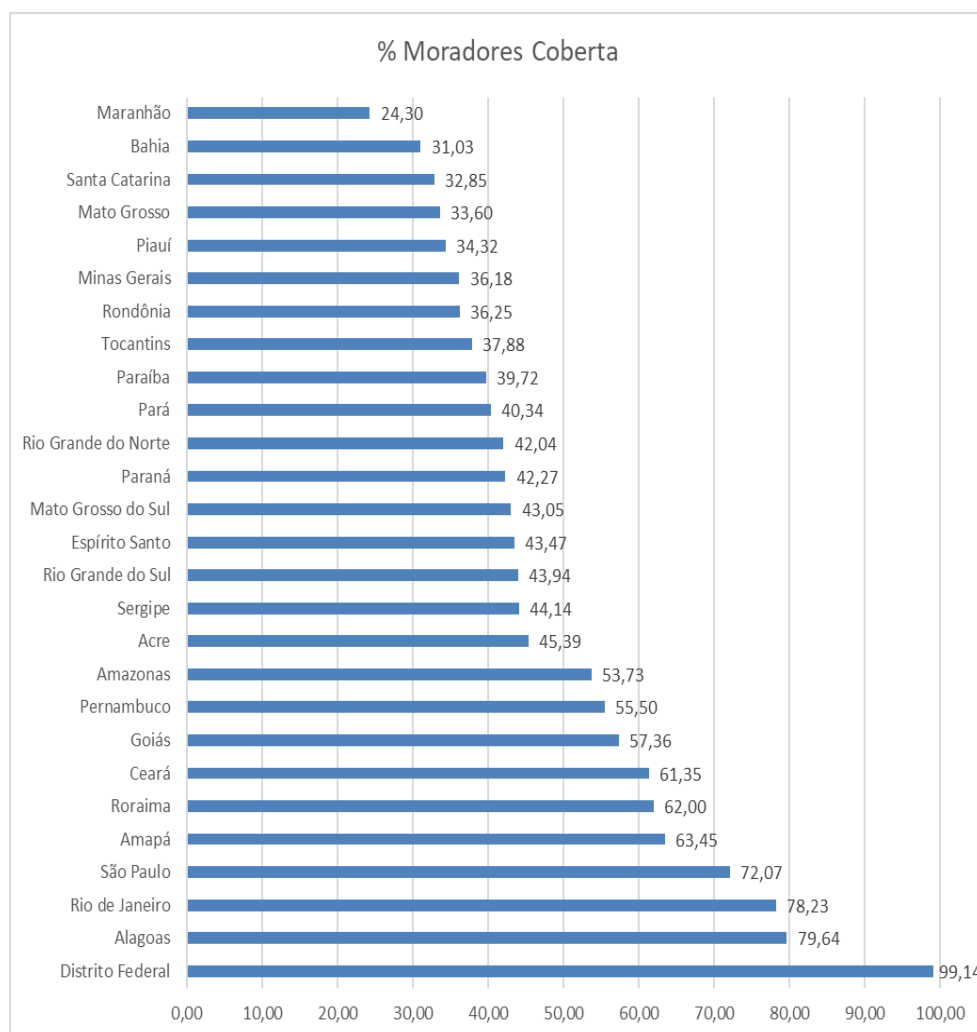
Fonte: Elaboração própria do autor com base em Anatel (2023a)

O mapa 7, por outro lado, mostra o processo de implementação da infraestrutura de rede do 5G, ou seja, as antenas, que estão sob denominação NR (“New Release”, ou novo lançamento), e que compõe ambas as tecnologias *Standalone* ou *Non-Standalone*, independente ou dependente da infraestrutura de quarta geração. A distribuição das antenas foi feita através de uma nuvem de pontos que permite a visualização de áreas onde há maior densidade dessa infraestrutura. É possível fazer uma relação do mapa 6, da liberação do sinal, com o mapa 7, da distribuição das antenas, onde é possível enxergar uma clara distribuição das antenas pelas áreas onde o sinal já foi liberado, em especial no eixo Centro-Sul, mas também ao longo do litoral concentrado do Nordeste. Os pontos mais densos, dentro de cada

estado, são de uma forma geral justamente as capitais, sinalizando o que Bertollo (2019A) e Jurado da Silva (2020) já haviam considerado: a importância das capitais como centros de influência dentro da hierarquia urbana, configurando nós estratégicos do telecomando. As grandes regiões metropolitanas e grandes e médias cidades desempenham um papel importante, sendo pontos de maior densidade demográfica que também reúnem melhores condições gerais de produção, infraestrutura de circulação e melhores condições de renda e IDH, como vimos anteriormente.

Há também que se ressaltar alguns pontos luminosos onde há densidade demográfica ou de condições gerais de produção (Lencioni, 2007), a exemplo de Sinop, no estado do Mato Grosso, que já teve o sinal liberado e é historicamente um município que participou do movimento da frente de expansão do agronegócio, com a consolidação de uma malha urbana voltada ao atendimento das demandas de um campo cada vez mais integrado na lógica da ciência e da informação. Outro exemplo são os municípios de Juazeiro e Petrolina que já contam também com sinal 5G liberado, talvez por serem áreas extremamente importantes no contexto de um nordeste integrado ao agronegócio moderno.

Gráfico 4: Porcentagem de moradores coberta pelo 5G por Unidade da Federação

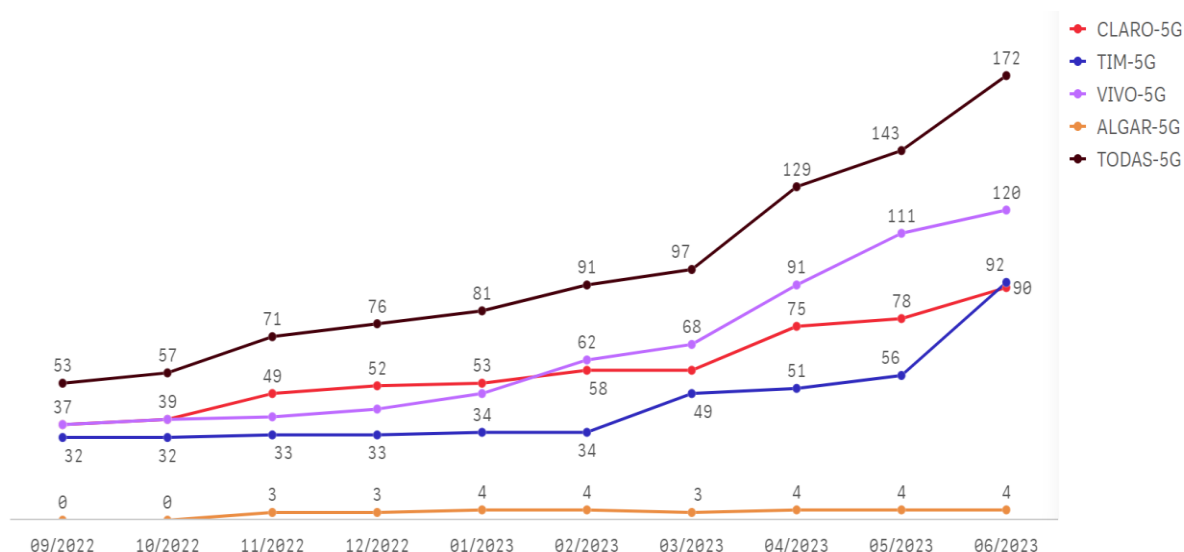


Fonte: Anatel (2023d)

É interessante notar que a cobertura do sinal se estende, até o momento, principalmente para áreas urbanas. Segundo dados da Anatel (2023d), 52,66% da população brasileira tem cobertura 5G; do total de moradores em áreas urbanas, 60,94% já possui cobertura, dado que contrasta com a cobertura de 7,76% de moradores em áreas rurais. Se considerarmos a porcentagem de população coberta por Unidades da Federação, é possível ver que, apesar da cobertura ter avançado consideravelmente em alguns estados, como no Distrito Federal, Alagoas, Rio de Janeiro e São Paulo, em muitos outros a cobertura ainda não avançou tanto, ficando restrita às metrópoles, capitais regionais e centros sub-regionais. O avanço da tecnologia para médias e pequenas cidades, bem como para áreas rurais, ainda é

restrito, como já era de se esperar pelo próprio calendário e previsão de cobertura dada pela Anatel.

Gráfico 5: Evolução do número de Municípios com a tecnologia 5G por operadora



Fonte: Anatel (2023c)

Se analisarmos a cobertura de municípios com a tecnologia 5G por operadora, visível no gráfico 4, percebemos que, apesar da liberação do sinal ter se estendido para milhares de municípios, a cobertura efetiva pelas operadoras ainda é bem restrita, limitando-se a centenas de municípios, e a apenas algumas operadoras (Claro, Tim, Vivo e Algar). Além disso, as grandes operadoras continuam dominando o mercado e o oferecimento de serviços, sendo a Claro, Tim e Vivo as principais operadoras a disponibilizar essa tecnologia para a população, na forma de serviço pago. A Algar, empresa de menor porte e de expressão local, tem presença apenas em alguns municípios de Minas Gerais (Uberlândia e Uberaba) e São Paulo (Franca).

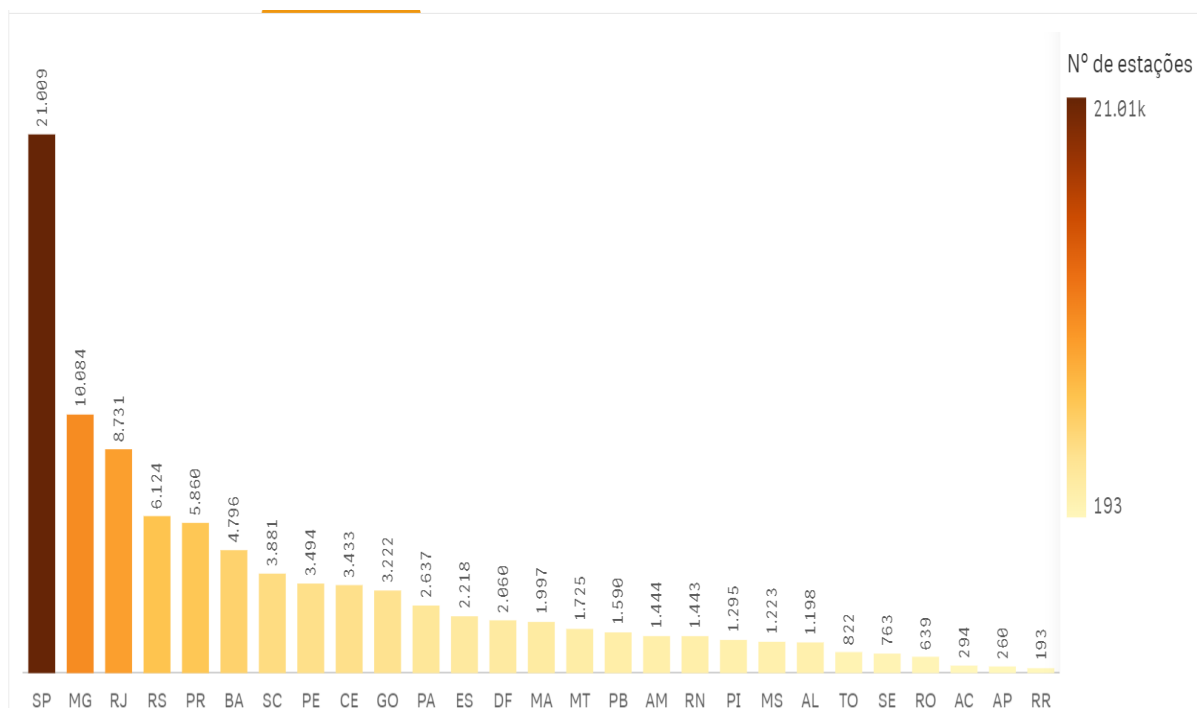
Esse caráter de oligopólio já era algo ressaltado por autores (Bertollo, 2019a; Jurado da Silva, 2020), mas é importante considerar que não são todos os municípios que têm a presença de todas as empresas. Uma municipalidade como São Paulo, que é estratégica devido sua densidade técnica e demográfica, tem a presença de várias operadoras; no entanto, em alguns municípios isso não se reproduz, com a cobertura de menos operadoras e em alguns casos apenas uma, consolidando o que

Jurado da Silva (2020) considerou como um monopólio localizado em áreas como cidades pequenas.

Geografia e adensamento da infraestrutura de rede

De acordo com o Edital do 5G, as prestadoras de telefonia móvel vencedoras dos lotes de 3,5 GHz em âmbito nacional deveriam ativar, até o segundo semestre de 2022 1.896 estações apenas em capitais. O número de estações licenciadas em capitais, entretanto, já é mais de cinco vezes maior, chegando a 9.481 estações, o que representa densidade de 6,25 estações para cada 100 mil habitantes, frente à meta de 1,25 exigida pelo Edital. A quantidade de estações atualmente licenciadas já ultrapassa os compromissos de adensamento definidos para julho de 2024, e dessa forma há uma concentração de antenas em municípios que são capitais, em grandes regiões metropolitanas ou em pontos estratégicos do território nacional.

Gráfico 6: Número de estações rádio base por Unidade da Federação



Fonte: Anatel (2023b)

Há também uma dimensão territorial e espacial desse adensamento da rede pelas Unidades Federativas, que pode ser vista no gráfico 5, sem distinção por tipo de tecnologia. São Paulo desponta com uma quantidade de 21 mil estações (antenas). Outros estados conectados no eixo sul-sudeste, como Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Paraná vem na sequência, com respectivamente, 10.084, 8.731, 6124, e 5860 estações, o que representa uma concentração de infraestrutura de rede compatível com o “psi geográfico” demonstrando por Jurado da Silva (2020), em que o eixo Centro-Sul representa região central do telecomando no território.

Parece haver uma correlação direta entre densidade demográfica e número de estações por unidade federativa. De acordo com o Censo (IBGE, 2022), São Paulo é a unidade federativa mais populosa (44.420.459 habitantes), seguida pelos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia, que são também líderes em quantidade de estações. O mesmo ocorre com unidades federativas que, relativamente, são menos populosas, como: Roraima, Amapá, Acre, Tocantins e Sergipe.

Esse processo de adensamento da rede é uma tendência global que é acompanhada pelo Brasil. A china, por exemplo, já estabeleceu uma rede de 5G com uma densidade de equipamentos técnicos muito superior, como descreveu Prestes (2022):

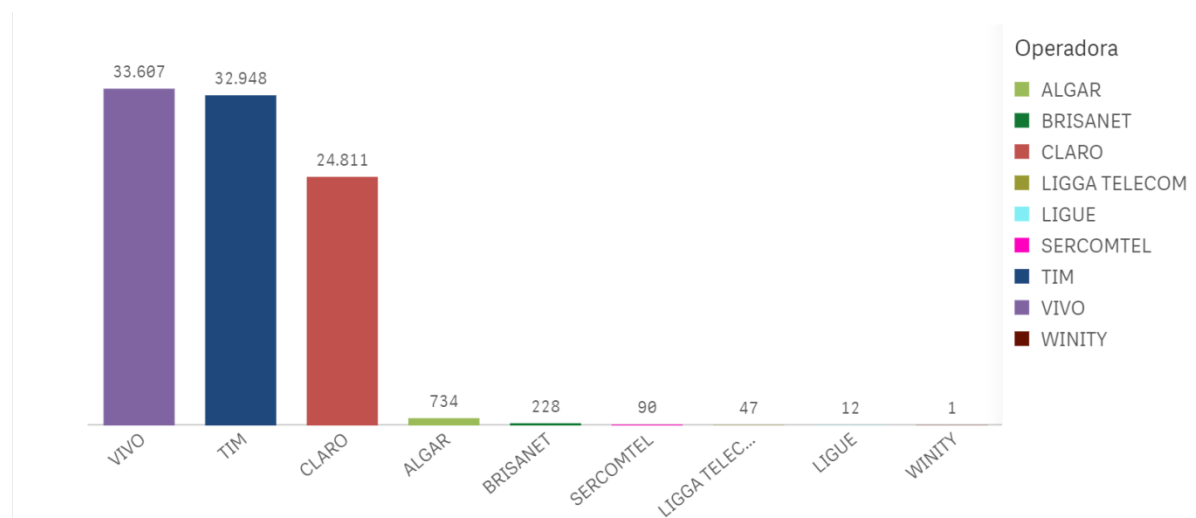
“Dados mais recentes mostram que, no fim de abril de 2021, as operadoras chinesas implantaram um total de 819.000 estações-base de 5G no território chinês, representando 70% do total mundial. Liu Liehong, vice-ministro do Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação, declarou que as redes 5G cobrem todas as cidades de nível de prefeitura em toda a China. Informou ainda que o país pretende construir mais 600.000 estações base 5G até o fim de 2021, com previsão de alcançar 739 milhões de assinantes 5G até 2025. No início de 2022, a Academia Chinesa de Tecnologia da Informação e Comunicação (CAICT) afirmou que o país “alcançará a cobertura total da rede 5G em áreas urbanas e rurais” até o fim de 2025, criando uma base sólida para o uso dessa tecnologia nos setores industriais e de consumo.” (Prestes, 2022, p. 11)

Apesar da quantidade de estações no Brasil ainda estar muito aquém do que foi realizado na China, é necessário compreender as diferenças em cada formação socioespacial, além de reconhecer que a China tem realizado fortes investimentos por considerar a área de telecomunicações como estratégica para o desenvolvimento

de sua indústria (Prestes, 2022), até para competir com a hegemonia norte americana do 4G e das economias de aplicativos (Montenegro, 2020).

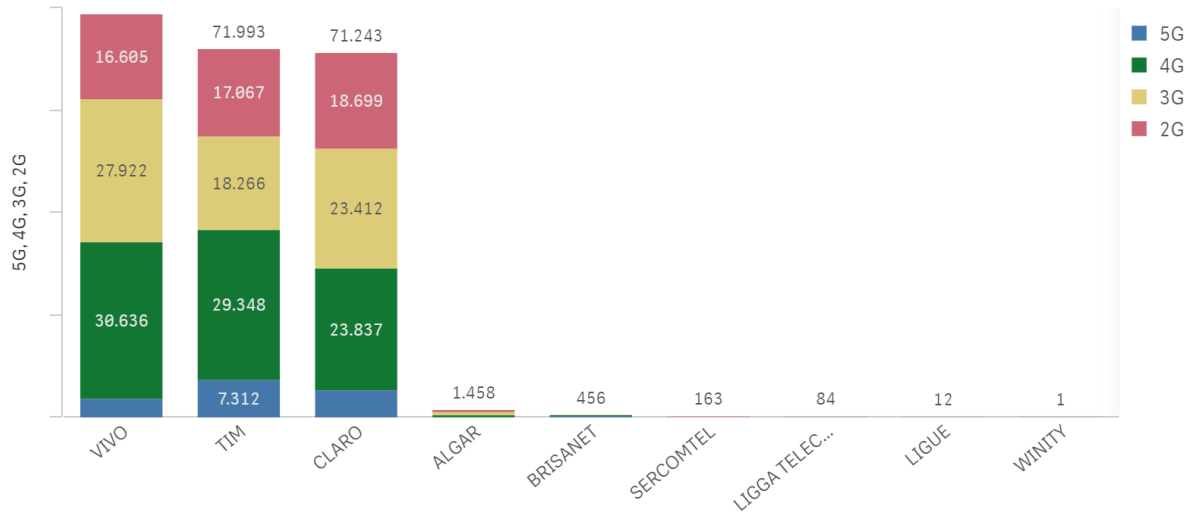
É interessante notar que também existe uma disparidade com relação a quais empresas são responsáveis por tal adensamento. As empresas líderes do mercado de telecomunicações no Brasil continuam sendo as empresas Vivo, Tim e Claro, que despontam com dezenas de milhares de antenas. Essas empresas são também as que dominam a transmissão de sinal 2G, 3G, 4G e 5G. Outras empresas, de menor porte e de abrangência regional, em sua maioria, não têm o mesmo adensamento técnico que as grandes empresas de telecomunicações. A Algar possui apenas 57 antenas com a tecnologia 5G,

Gráfico 7: Número de estações rádio base por operadora



Fonte: Anatel (2023b)

Gráfico 8: Número de estações rádio base por operadora e tipo de tecnologia

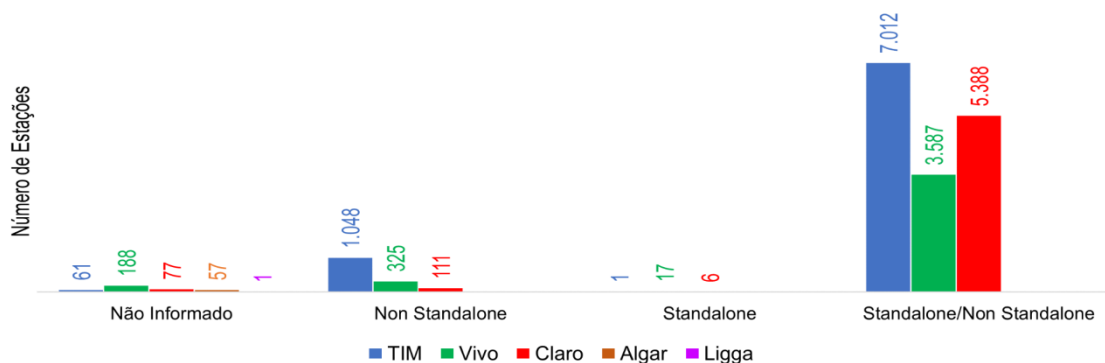


Fonte: Anatel (2023b)

É importante ressaltar que a tecnologia 5G possui menor quantidade de antenas operantes devido à sua implantação recente e ainda em andamento, se comparada às redes anteriores que já estão sedimentadas e capilarizadas. Além disso, a maioria das antenas 5G são de tecnologia Standalone/Non-Standalone, ou seja, é ainda uma rede que depende da infraestrutura 4G para funcionar, como é possível observar no Gráfico 8. O gráfico reforça como são as empresas TIM, Vivo e Claro as três que dominam esse mercado, com milhares de antenas dessa tecnologia, comparada a uma antena da Ligga/Sercomtel e 57 da Algar, ambas de tecnologia não informada.

Gráfico 9: ERBs 5G por tipo de tecnologia e operadora

ERBs 5G (NR) por tipo de tecnologia



Fonte: Teleco (2023b)

Essa característica da rede 5G, até o momento, a faz ser extremamente dependente da tecnologia anterior de quarta geração, e também dos cabos de fibra óptica (Backhaul) que servem para estruturar essa tecnologia; assim, é lógico que a rede 5G também esteja concentrada nos pontos onde já existe infraestrutura própria para sua implementação, ou seja, em pontos e nós estratégicos do território, como as capitais e as regiões metropolitanas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fenômeno do smartphone introduziu a maior parte da população no uso cotidiano das tecnologias de informação, como já sinalizado por Bertollo (2019a), e o 5G enquanto um processo de difusão tecnológica aprofunda essa tendência, possibilitando maior fluxo de informação entre os usuários, plataformas digitais e provedores de internet. Foi preciso considerar, no entanto, como essa tecnologia tem se difundido pelo território e quais os principais agentes responsáveis pela implementação desse padrão tecnológico, ou seja, os principais beneficiários dessa tecnologia. Se por um lado o 5G oportuniza uma conexão massiva, por outro oculta uma perversidade na vulnerabilidade de grande parte dos cidadãos em obter, conhecer e lidar com a racionalidade das informações. É assim que podemos considerar que os principais beneficiários da implantação do padrão 5G são justamente as grandes empresas, sejam elas produtoras de semicondutores e insumos necessários, provedoras de internet ou mesmo as empresas que se articulam em redes e plataformas digitais, como as gigantes Google e Meta, ou até mesmo as fintechs que possibilitam novos serviços financeiros num modelo digital. Também se destaca o uso da tecnologia 5G para redes privadas, com adição desse grande potencial tecnológico no processo produtivo de diferentes empresas de diferentes segmentos (destaque aos setores industriais e do agronegócio).

Com relação às principais provedoras responsáveis pela implementação e difusão dessa tecnologia, destacam-se em especial Vivo, Tim e Claro em todo o território brasileiro, sendo essas três empresas as que, juntas, concentram maior infraestrutura de rede de todas as gerações tecnológicas, inclusive o 5G, e com maior abrangência nacional. O caráter oligopolista das telecomunicações no Brasil já era apontado por Jurado da Silva (2020) como uma tendência de toda América Latina após processos de privatização de empresas públicas, na passagem para os anos 2000, processo que inaugurou um regime de leilões e concessões. No entanto, existem empresas de expressão regional que têm importância na difusão da internet em áreas menos populosas (Bertollo, 2019a), e que inclusive arremataram lotes regionais para implementação do 5G, sendo elas Brisanet, Sercomtel, Algar, Consórcio 5G Sul (Copel e Unifique) e Cloud2U.

A associação entre o Estado e as corporações é de suma importância, até porque o Estado é quem detém o controle sobre o uso do espectro eletromagnético,

orientado por instituições e entidades como a União Internacional das Telecomunicações. Foi o Estado, através da Anatel e de outras entidades menores como o GAISPI, quem organizou e possibilitou a chegada do 5G através da liberação do sinal e leilão de diferentes lotes com abrangência nacional e regional. Ademais, o Estado se beneficia dessa política de concessão criando compromissos para as empresas ganhadoras dos leilões. Dentre os principais compromissos e objetivos estratégicos estão: a chegada do 5G em pontos estratégicos do território, principalmente capitais estaduais e grandes regiões metropolitanas; a implementação de uma rede privativa exclusiva do Estado brasileiro, organizada e custeada pelas empresas ganhadoras do leilão; organização de uma rede privativa para escolas públicas; a cobertura de milhares de quilômetros de rodovias federais; e um plano para trazer infraestrutura de fibra ótica (Backhaul) para a Amazônia.

Assim, para além do benefício monetário imediato dos leilões, o Estado brasileiro tenta trazer uma política de conectividade para diversas áreas de seu interesse. Apropria-se, então, da capacidade técnica e econômica das empresas para ampliar a conexão de rede para o interior do país pelo sistema rodoviário e através da implementação da infraestrutura necessária. Áreas como educação e administração pública também são, teoricamente, beneficiadas por essa política, e recebem agora investimentos por parte das empresas ganhadoras do leilão no caminho de fornecer conexões de internet cada vez mais velozes e confiáveis.

É preciso, contudo, considerar uma vez mais a perversidade desse processo, na medida em que nem todos os indivíduos e lugares recebem a tecnologia em ritmos iguais. A liberação do sinal e implementação de infraestrutura de rede 5G têm sido fenômenos que seguiram um calendário que priorizou alguns pontos do território em detrimento de outros. A estratégia inicial da liberação de sinal priorizou nós estratégicos do território: as capitais. E a expansão da liberação do sinal se deu ao redor desses pontos ou a partir de novos pontos luminosos onde há interesse comercial e condições infraestruturais para recebimento da tecnologia.

Ao analisarmos a distribuição da infraestrutura de rede 5G propriamente dita, fica claro que o território é mais conectado em alguns pontos do que em outros, seguindo a tendência que Jurado da Silva (2020) já havia apontado de um “psi geográfico”, que reúne diversas áreas de importâncias no eixo Centro-Sul. Dessa forma, o entendimento da difusão tecnológica do 5G passa também pelo

reconhecimento dos pontos luminosos do território brasileiro, que reúnem uma divisão territorial do trabalho pretérita mais complexa, com maior densidade técnica, condições gerais de produção e melhores indicadores socioeconômicos para a população. É justamente nesses pontos onde enxergamos maior conectividade, o que também não significa que todas as pessoas nesses lugares tenham acesso pleno aos meios digitais de comunicação.

Eu optei, para esse trabalho de pesquisa, realizar uma análise na escala nacional. No entanto, acredito que o fenômeno da difusão tecnológica esteja inserido num contexto de desenvolvimento geográfico desigual, de forma que seja possível encontrar a desigualdade da infraestrutura de rede em diversas escalas, seja na nacional, regional ou urbana, como proposto pelo próprio Neil Smith (1988). Assim, uma das possibilidades de continuação desse trabalho seria analisar o processo em outras escalas para analisar a difusão desigual das tecnologias pelo território.

Ao longo desta pesquisa, tentei desmistificar ao máximo o discurso corrente que é construído pelo marketing das grandes corporações, de que o 5G promete revolucionar a nossa capacidade de conexão e transmissão de dados. Para além desse discurso midiático, ficou claro que a globalização aparece como uma fábula, e que, apesar da grande promessa de conectividade, há sempre a possibilidade iminente da desconexão dos indivíduos, seja pela sua condição socioeconômica, seja pelo próprio contexto da infraestrutura de rede, que não chega a todos os lugares da mesma forma.

Apesar dessa realidade contraditória, há que se ressaltar que, do mesmo modo que a informação é carregada de intencionalidades articuladas pelo poder hegemônico, esse novo padrão tecnológico pode abrir novas possibilidades e contraracionalidades (Santos, 2014), a exemplo das empresas nacionais de abrangência regional que têm ganho espaço no mercado de telecomunicações brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Emissões de espectro licenciado.Sistema Mosaico, 2023a. Disponível em:

<<https://sistemas.anatel.gov.br/se/public/view/b/licenciamento.php>>

Acesso em: 26/09/2023

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Painéis de Dados - Outorga e Licenciamento - Estações do SMP. 2023b. Disponível em:

<<https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/outorga-e-licenciamento/estacoes-do-smp>>

Acesso em 20/09/2023

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Painéis de dados - Infraestrutura - Presença da Telefonia Móvel - RQUAL. 2023c. Disponível em:

<informacoes.anatel.gov.br/paineis/infraestrutura/presenca-da-telefoniamovel-rqual>.

Acesso em 23/09/2023

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Painéis de Dados - Infraestrutura. 2023d. Disponível em:

<<https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/infraestrutura>>.

Acesso em 23/09/2023

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Painel GAISPI. 2023e. Disponível em:

<<https://www.gov.br/anatel/pt-br/composicao/grupos-de-trabalho/gaispi>>

Acesso em 23/09/2023

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. 5G completa um ano de implantação no Brasil - Tecnologia já está disponível em 184 municípios. 2023f. Disponível em:

<<https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/5g-completa-um-ano-de-implantacao-no-brasil>>. Acesso em 23/09/23

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Edital 5G, 2022a. Disponível em:<<https://www.gov.br/suframa/pt-br/publicacoes/Anatel.pdf>>. Acesso em 26/09/2023

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Relatório anual da gestão 2022b. Disponível em:

<<https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-aproa-relatorio-anual-de-gestao-2022>>. Acesso em 26/09/2023

ANATEL. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Panorama de Radiofrequências da Telefonia Móvel no Brasil, 2021.Disponível em:

< <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/relatorios-de-acompanhamento/2021>>. Acesso em 26/09/2023

ANDREWS, J. G. et al. What will 5G be? **IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, v. 32, n. 6, p. 1065–1082, 2014.

ANTAS Jr., R. M. Território e regulação – espaço geográfico: fonte material e não-formal do direito. São Paulo: **Humanitas**, 2005.

ANTUNES, Ricardo (org.). 2020. Uberização, trabalho digital e indústria 4.0. 1.ed. São Paulo: Boitempo.

ARROYO, Mónica. Redes e circulação no uso e controle do território. In: ARROYO, M. & Cruz, R. C. A. da. Território e circulação – A dinâmica contraditória da globalização. SP: AnnaBlume, 2015,

_____. Digitalização e financeirização do território: uma imbricação que se renova no capitalismo do século XXI. In: RENA, Natacha; BRANDÃO, Marcela; MEDEIROS, Daniel; SÁ, Isabe. (Org.). Urbanismo Biopolítico. 1ed.Belo Horizonte: Agência de Iniciativas Cidadãs, 2021, v. 1, p. 143-156.

BALBANI, A.;MONTOVANI, J. Telefones celulares: influência nos sistemas auditivo e vestibular. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, 125-131, 74(1), 2008

BERTOLLO, M. **A capilarização das redes de informação no território brasileiro pelo smartphone**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 11 abr. 2019a.

BERTOLLO, M. A dinâmica na rede urbana brasileira atual e a capilarização da informação pelo smartphone no território. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 23, n. 2, p. 262–284, 3 jul. 2019b.

BERTOLLO, M.; CASTILLO, R. A. BUSCA, M. D. Internet das coisas (IoT) e novas dinâmicas da produção agrícola no campo brasileiro. **Confinis**, n. 56, 18 set. 2022.

BRAGA, R. M. Território, rede e multiterritorialidade: Uma abordagem conceitual a partir das corporações. **Revista Geografias**, v. 6, n. 2, p. 26–36, 2010.

BRENNER, Neil. Espaços da Urbanização: O urbano a partir da teoria crítica. Rio de Janeiro: Letra Capital Editora, 2018.

BUGGENHAGEN, Magnus; BLIND, Knut. "Development of 5G – Identifying organizations active in publishing, patenting, and standardization". Telecommunications Policy Volume 46, Issue 4, May 2022

CARDOSO JUNIOR, A. **A dimensão geográfica da internet no Brasil e no mundo**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 6 fev. 2009.

CHEN, S.; KANG, S. A tutorial on 5G and the progress in China. **Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering**, v. 19, n. 3, p. 309-321, 2018

CNI - Confederação Nacional da Indústria.: "5G e Patentes Essenciais: o papel da propriedade intelectual no avanço da digitalização". Confederação Nacional da Indústria. – Brasília, 2021.

CRUZ, R. C. A. Ensaio sobre a relação entre desenvolvimento geográfico desigual e regionalização do espaço brasileiro. *Geosp – Espaço e Tempo (On-line)*, v. 24, n. 1, p. 27-50, abr. 2020

DENSIDADE DEMOGRÁFICA. Densidade demográfica 2010. Brasília, DF: IBGE, [2012?]. Disponível em: <https://atlas escolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_densidade_demografica.pdf> Acesso em: 20/09/2023

ELLUL, J. A técnica e o desafio do século. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968 (1954).

FEHMI, H. et al. 5G Network: Analysis and compare 5G NSA /5G SA. **Procedia Computer Science**, v. 203, p. 594–598, 1 jan. 2022.

FERNANDES, J. C. L. Tecnologias de rede: aplicabilidade e tendências mercadológicas para redes sem fio e a utilização do 3G, WiMAX e LTE. **Fasci-Tech – Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul, São Caetano do Sul**, v. 1, n. 2, p. 44–54, 2010.

FUKUYAMA, Francis. O fim da história e o último homem. Rio de Janeiro: Rocco, 1992

HAESBAERT, Rogério. O mito da desterritorialização: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 2004

HAGERSTRÄND, T. *Innovation diffusion as a spatial process*. Chicago: The University of Chicago Press, 1967.

HUERTAS, Daniel Monteiro. Território e circulação: transporte rodoviário de carga no Brasil. 2013. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/T.8.2013.tde-04112013-130623. Acesso em: 2023-11-0

Hui, H., Ding, Y., Shi, Q., Li, F., Song, Y., & Yan, J. (2020). 5G network-based Internet of Things for demand response in smart grid: A survey on application potential. In **Applied Energy** (Vol. 257). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113972>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População residente no Brasil - Grandes regiões e unidades da federação. IBGE. Censo Demográfico 2022. População e domicílios - Primeiros resultados

ISRAEL, C. B. Território, Jurisdição e Ciberespaço: entre os contornos westfalianos e a qualidade transfronteiriça da Internet. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 69-82, 2019

JABBOUR, E.; PAULA, L. F. A China e a “socialização do investimento”: uma abordagem Keynes-Gerschenkron-Rangel-Hirschman. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 22, n. 1, p. 1-23, 2018. doi: <https://doi.org/10.1590/198055272217>.

JURADO DA SILVA, P. F. GEOGRAFIA DAS TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL: um esforço de síntese. **Revista Cerrados**, v. 16, n. 02, p. 03–30, 26 fev. 2020.

KACZMARECH, Maurício José. FENÔMENOS GEOGRÁFICOS ORIGINADOS PELAS ERBS DA TELEFONIA. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. p. 57 a 70, julho 2011.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. Redes de computadores e a internet. São Paulo: Addison Wesley, 2010.

LENCIONI, S. Condições gerais de produção: um conceito a ser recuperado para a compreensão das desigualdades de desenvolvimento regional. Scripta Nova, v. XI, n. 245(07), p. 1-11, ago. 2007.

LENCIONI, S. Estado de São Paulo: lugar de concentração da inovação e da intensidade tecnológica da indústria brasileira. In: SPÓSITO, E. S. (Org.). O novo mapa da indústria no início do século XXI: diferentes paradigmas para a leitura das dinâmicas territoriais do estado de São Paulo. São Paulo: Ed. Unesp, 2015a.

LÊNIN, V. I. Imperialismo, estágio superior do capitalismo: ensaio de divulgação ao público. São Paulo: Boitempo, 2021.

LIU, Q.; SHI, X.; WANG, X.; LI, J. 5G development in China: from policy strategy to user-oriented architecture. Hindawi Mobile Information Systems. 2017. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/2358618>

MARX, K. Miséria da filosofia. São Paulo: Boitempo, 2017

MARX, K. O capital: crítica da economia política. 33a ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2014. Livro 1.

MARX, K.; ENGELS, F. A ideologia alemã. São Paulo: Boitempo, 2007

MEDEIROS, J. C. D. O. **Princípios de Telecomunicações**. 2ª. ed. São Paulo: Ética, 2009. NASCIMENTO, Juarez. **Telecomunicações**. São Paulo: Makron Books, 2000. 2a. edição.

MILLER, Chris. A guerra dos chips: A batalha pela tecnologia que move o mundo. 1. ed. - Rio de Janeiro: Globo Livros, 2023

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Cobertura de internet chegará a 36 mil quilômetros de rodovias. Out. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2021/dezembro/cobertura-de-internet-chegara-a-36-mil-quilometros-de-rodovias>> Acesso em 27/10/2023

MONTENEGRO, M. R.. Do capitalismo de plataforma à difusão dos aplicativos: apontamentos sobre novos nexos entre os circuitos da economia urbana em tempos de Covid-19. ESPAÇO E ECONOMIA, 19, 2020, p. 1-17.

MONTE-MÓR, R. L. As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil. In: DINIZ, C.C.; CROCO, M. A. (Eds.). Economia Regional e Urbana: contribuições teóricas recentes. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006

MOREIRA, R. A formação espacial brasileira: contribuição crítica aos fundamentos espaciais da geografia do Brasil. Rio de Janeiro: Consequência, 2014.

NOVAES, Ana (2000). "Privatização no Setor de Telecomunicações no Brasil". In: BNDES. A Privatização no Brasil – o Caso dos Serviços de Utilidade Pública, fevereiro de 2000

PISAROV, J.; MESTER, G. The impact of 5G technology on life in the 21st Century. **IPSI Transactions on Advanced Research**, v. 16, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342715520_IPSI_TAR_July_2020_-_The_Impact_of_5G_Technology_on_Life_in_the_21st_Century. Acesso em: 19/11/22

PRESTES, E. G. A geopolítica digital do 5G: elementos para a compreensão do desenvolvimento tecnológico chinês da quinta geração de telefonia móvel. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 26, n. 2, 2022.

RODRIGUES, D. M. **A regulação das telecomunicações e a ralé brasileira: a contradição entre enunciados jurídicos e as políticas públicas de acesso à internet**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 3 dez. 2020.

ROSENBERG, N. Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia. Campinas, SP: Ed. Unicamp, 2006.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. Edusp, 4ª edição, 2014.

_____. **Por uma outra Globalização: Do pensamento único à consciência universal / Milton Santos**. - Rio de Janeiro: Record, 2000.

_____. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo: Hucitec, 1994a.

_____. Por uma economia política da cidade. São Paulo: Hucitec, 1994b.

_____.; RIBEIRO, A. C. T. **O conceito de região concentrada**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, IPPUR e Departamento de Geografia, mimeo, 1979.

_____. Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. Boletim Paulista de Geografia, n. 54, 1977.

SILVA, P. F. J. DA. **Geografia das telecomunicações no Brasil**. [s.l.] Editora UNESP, 2015.

SMITH, N. Desenvolvimento Desigual. Natureza, capital e a produção do espaço. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1988

SOROUGH VOSOUGHI et al., The spread of true and false news online. Science 359, p. 1146-1151, 2018.

SOUZA, M. J. L. DE. **O território: sobre espaço, poder, autonomia e desenvolvimento**. In: CASTRO, I. E. DE; GOMES, P. C. DA C.; CORRÊA, R. L. (Eds.). Geografia: Conceitos e Temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

SVERZUT, J. U. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS: Evolução a Caminho da Quarta Geração**. 2ª. ed. São Paulo: Érica, 2008.

TELECO. Operadoras de telefonia celular. Set. 2023A. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/opcelular.asp>> Acesso em: 24/10/22

TELECO. ERBs - Estações Rádio Base por Tecnologia, Set. 2023b. Disponível em: <<https://www.teleco.com.br/erb.asp>>. Acesso em 21/09/2023

TELECO. Inteligência em Telecomunicações. Redes Privativas - Iniciativas de Redes Privativas no Brasil. out. de 2023c. Disponível em: <teleco.com.br/redesprivativas.asp> Acesso em 29/10/2023

THÉRY, H.; MELLO-THÉRY, N. A. Atlas do Brasil. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2018.

Wang, Q., Zhao, X., Lv, Z., Ma, X., Zhang, R., & Lin, Y. (2020). Optimizing the ultra-dense 5G base stations in urban outdoor areas: Coupling GIS and heuristic optimization. ***Sustainable Cities and Society***, V. 63, 2020

WOYKE, E. China is racing ahead in 5G: here's what that means. **MIT Technology Review**, 2018. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/2018/12/18/66300/china-is-racing-ahead-in-5g-heres-what-it-means/>>. Acesso em: 19/11/22