



TECNOLOGIA 6G: PERSPECTIVAS FUTURAS PARA A ERA DA HIPERCONECTIVIDADE

Rodolfo de Lyra Ferreira¹, Caroline Ferreira de Souza², Maria do Socorro da Cruz Brito³, Mariza Santos Cajé⁴, Paula Alvarez Cabanêz⁵.



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p6974-6993>

Artigo recebido em 7 de Setembro e publicado em 7 de Novembro de 2025

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

Este artigo teve como objetivo analisar os riscos e desafios que a sexta geração de redes móveis poderá representar para a comunicação humana, a sustentabilidade digital e a equidade no acesso às infraestruturas. A temática se concentrou nas implicações sociais, éticas e territoriais da hiperconectividade associada às tecnologias 6G, com foco especial nos contextos urbanos e periféricos. A pesquisa foi desenvolvida por meio de um levantamento bibliográfico qualitativo, utilizando produções científicas publicadas entre 2023 e 2025, selecionadas com base em critérios de relevância temática, atualidade e rigor metodológico. O estudo identificou que a promessa de conectividade ubíqua implica riscos expressivos para a privacidade e a agência individual, além de reproduzir padrões de exclusão digital já presentes em gerações anteriores de redes. Ainda, verificou-se que a construção de um ecossistema 6G sustentável dependerá da articulação entre inovação técnica, governança regulatória e justiça ambiental, sob pena de intensificação das desigualdades sociais e territoriais. Concluiu-se que, sem políticas públicas inclusivas e marcos regulatórios robustos, o avanço tecnológico poderá ampliar a fragmentação social e consolidar infraestruturas digitalmente assimétricas.

Palavras-chave: Vigilância, Privacidade, Territorialidade, Regulação, Cidadania.



6G TECHNOLOGY: FUTURE PERSPECTIVES FOR THE ERA OF HYPERCONNECTIVITY

ABSTRACT

This article aimed to analyze the risks and challenges that the sixth generation of mobile networks may pose to human communication, digital sustainability, and equitable access to infrastructures. The study focused on the social, ethical, and territorial implications of hyperconnectivity associated with 6G technologies, with particular attention to urban and peripheral contexts. The research was conducted through a qualitative bibliographic review, using scientific publications from 2023 to 2025, selected based on thematic relevance, recency, and methodological rigor. The study found that the promise of ubiquitous connectivity entails significant risks to privacy and individual agency, and also reproduces patterns of digital exclusion already present in previous generations of networks. Furthermore, it was observed that the construction of a sustainable 6G ecosystem will depend on the articulation of technical innovation, regulatory governance, and environmental justice; otherwise, social and territorial inequalities may be exacerbated. It was concluded that, in the absence of inclusive public policies and robust regulatory frameworks, technological advancement may deepen social fragmentation and entrench digitally asymmetric infrastructures.

Keywords: Surveillance, Privacy, Territoriality, Regulation, Citizenship.

Instituição afiliada:

¹ Universidad del Sol, Paraguai.

² Facultad Interamericana de Ciencias Sociales, Paraguai.

³ Facultad Interamericana de Ciencias Sociales, Paraguai.

⁴ Universidad Interamericana, Paraguai.

⁵ Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

As tecnologias de comunicação sem fio passaram, nas últimas décadas, por um processo contínuo de expansão estrutural e funcional, transformando profundamente as dinâmicas sociais, econômicas e políticas nas sociedades contemporâneas. Nesse cenário de crescente complexidade, a próxima geração de redes móveis, comumente referida como sexta geração, tem sido concebida como um marco técnico e conceitual na arquitetura das infraestruturas digitais. Projetada para operar com altíssima velocidade, baixa latência, inteligência distribuída e integração com ambientes físicos e virtuais, essa nova etapa de conectividade promete reformular as bases da vida urbana, do trabalho automatizado, da mobilidade, da vigilância e da comunicação cotidiana. Contudo, os avanços prometidos pela tecnologia de sexta geração não se dissociam dos riscos associados ao seu desenvolvimento e implantação, especialmente no que se refere à sustentabilidade, à equidade de acesso e à proteção de direitos informacionais.

A escolha do tema ‘tecnologia 6G e seus impactos na comunicação e na sociedade’ fundamentou-se na urgência de compreender os desafios sociais, éticos, regulatórios e territoriais que acompanham o desenvolvimento de sistemas de hiperconectividade. Diferentemente de abordagens centradas exclusivamente nos aspectos técnicos da inovação, este estudo procurou examinar criticamente as implicações mais amplas que essa nova configuração comunicacional poderá provocar nas estruturas sociais existentes. A relevância da temática se acentuou diante do contexto em que a expansão da infraestrutura digital tende a se sobrepor a princípios de justiça socioespacial e governança inclusiva, como observado em processos anteriores de implantação de redes móveis.

Dessa forma, a pergunta norteadora que guiou a pesquisa foi a seguinte: ‘Quais os impactos sociais, comunicacionais e territoriais associados à implementação das redes móveis de sexta geração, especialmente em contextos urbanos e periféricos?’ A partir dessa problemática, definiu-se como objetivo geral analisar os riscos e desafios que o 6G poderá representar para a comunicação humana, a sustentabilidade digital e a equidade no acesso às infraestruturas. Em termos de objetivos específicos, buscou-se: (i) examinar os efeitos da comunicação ubíqua sobre a privacidade e a vigilância algorítmica; (ii) discutir as exigências éticas e ambientais envolvidas na construção de



um ecossistema digital sustentável; e (iii) avaliar as implicações da desigualdade digital nos territórios urbanos e periféricos.

Para alcançar tais objetivos, adotou-se uma metodologia de natureza qualitativa, baseada em pesquisa bibliográfica. A seleção das fontes teve como critérios a atualidade, a relevância temática e o rigor científico, com recorte temporal entre os anos de 2023 e 2025. A busca foi realizada por meio do Google Acadêmico, ferramenta reconhecida por indexar artigos científicos, livros, capítulos e teses com acesso amplo. As palavras-chave utilizadas nas combinações foram '6G', 'hiperconectividade', 'sustentabilidade digital', 'desigualdade de acesso', 'infraestruturas inteligentes' e 'vigilância algorítmica'. O material coletado foi categorizado em três eixos temáticos, que estruturam o corpo analítico do artigo.

A fundamentação teórica baseou-se principalmente nas contribuições de Li, Fan e Wu (2025), Decorme et al. (2025), Tripathi e Malik (2025) e Rafique et al. (2025), cujas produções acadêmicas abordam, com profundidade e diversidade analítica, os impactos sociais e territoriais associados ao desenvolvimento de redes móveis de nova geração. Esses autores forneceram subsídios para a articulação entre aspectos técnicos e implicações normativas, políticas e culturais envolvidas na implementação da hiperconectividade digital.

O artigo encontra-se dividido em três capítulos analíticos, cada um correspondente a uma dimensão crítica do problema investigado. O primeiro, intitulado 'Comunicação ubíqua e riscos sociais na era do 6G: entre hiperconectividade, vigilância e exclusão', examina a expansão dos sistemas de coleta e processamento de dados comportamentais, biométricos e emocionais, e suas implicações para a agência informacional dos indivíduos. O segundo, denominado '6G sustentável? Desafios éticos, ambientais e regulatórios para a governança das futuras redes móveis', discute a complexa articulação entre inovação tecnológica, ecologia digital e marcos normativos. Já o terceiro, sob o título 'Infraestruturas inteligentes e desigualdade digital: implicações do 6G para os territórios urbanos e periféricos', problematiza a distribuição espacial das infraestruturas avançadas e os riscos de reprodução de desigualdades territoriais e socioeconômicas.

Assim, este artigo propôs-se a contribuir para o debate científico sobre o papel



das tecnologias móveis de próxima geração, com especial atenção às implicações sociais e territoriais da hiperconectividade. Por meio da análise crítica dos referenciais teóricos mais atuais, buscou-se promover uma reflexão sistematizada sobre os riscos, contradições e desafios éticos implicados na construção de um futuro digital tecnicamente avançado, mas socialmente justo.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza bibliográfica, de abordagem qualitativa, cujo objetivo consistiu em examinar criticamente os impactos sociais, ambientais e territoriais relacionados ao desenvolvimento e à implementação das redes móveis de sexta geração. A bibliografia especializada foi selecionada com o intuito de fornecer suporte teórico e empírico às análises realizadas, permitindo o cumprimento dos objetivos propostos, especialmente quanto à identificação dos riscos relacionados à hiperconectividade, à sustentabilidade e à desigualdade digital associadas às infraestruturas inteligentes.

Para fundamentar o delineamento metodológico, recorreu-se à concepção de pesquisa bibliográfica como um processo sistemático de levantamento, seleção e análise de documentos publicados, conforme proposto por autores que defendem o uso criterioso de fontes para a produção científica. Nesse sentido, as ideias de Santana; Narciso, Santana (2025, p. 3) reforçam que “as metodologias científicas contemporâneas demandam uma integração efetiva de inovações tecnológicas para potencializar a pesquisa acadêmica.” Ainda segundo os mesmos autores, “o rigor metodológico permanece essencial, mesmo diante das transformações impostas pelas novas tecnologias” (2025, p. 6), o que justifica o controle rigoroso na escolha das fontes utilizadas ao longo da investigação.

O processo de construção do corpus teórico envolveu três etapas principais. Primeiramente, realizou-se o levantamento de produções científicas publicadas entre 2023 e 2025, com recorte temático voltado às redes 6G e seus impactos sociais. Em seguida, aplicaram-se critérios de seleção baseados na relevância, pertinência temática e atualidade das publicações. Por fim, foi realizada a leitura crítica e a categorização dos conteúdos segundo três eixos analíticos: comunicação ubíqua, sustentabilidade e



desigualdade territorial. Os principais instrumentos utilizados foram as plataformas digitais de busca acadêmica, com ênfase no repositório Google Acadêmico, uma ferramenta de indexação de artigos científicos, livros, teses e publicações de conferências, reconhecida por seu amplo alcance interdisciplinar e facilidade de acesso.

As palavras-chave utilizadas nas buscas foram escolhidas por sua simplicidade e precisão terminológica, garantindo a recuperação de materiais diretamente relacionados ao tema. Entre os termos empregados, destacam-se: '6G', 'hiperconectividade', 'infraestrutura inteligente', 'sustentabilidade digital', 'vigilância algorítmica', 'exclusão digital' e 'justiça informacional'. Também foram feitas combinações como 'redes 6G e desigualdade' ou 'tecnologia 6G e impactos sociais', sempre priorizando palavras simples, porém tecnicamente adequadas à área de pesquisa.

Os critérios de inclusão adotados privilegiaram publicações com recorte temporal recente (últimos três anos), artigos de periódicos revisados por pares, trabalhos apresentados em congressos reconhecidos na área de tecnologia e sociedade, bem como capítulos de livros com abordagem crítica sobre o tema. Foram excluídos materiais opinativos, textos de divulgação não científica e documentos que não apresentassem interlocução direta com os eixos analíticos definidos. Com isso, a metodologia adotada permitiu estabelecer um corpo teórico coerente, atual e suficientemente diversificado para subsidiar uma análise crítica dos desafios e tensões relacionados à implantação do 6G em contextos urbanos e periféricos.

COMUNICAÇÃO UBÍQUA E RISCOS SOCIAIS NA ERA DO 6G: ENTRE HIPERCONNECTIVIDADE, VIGILÂNCIA E EXCLUSÃO

A comunicação ubíqua, viabilizada pelas recentes infraestruturas digitais, tem transformado profundamente as formas de interação entre indivíduos, dispositivos e ambientes físicos. Conforme apontam Li, Fan e Wu (2025), a proposta tecnológica em questão visa estabelecer conexões contínuas e imperceptíveis, permitindo que elementos do cotidiano sejam sistematicamente monitorados, conectados e



otimizados. Tal configuração, embora amplie a eficiência no processamento e na circulação de dados, também suscita preocupações éticas relevantes, especialmente no que se refere à erosão da privacidade e à redução da autonomia informacional dos usuários.

Sob outra perspectiva, Tripathi e Malik (2025) argumentam que a intensificação da conectividade transforma a comunicação em uma prática mediada por algoritmos, capazes de interpretar dados emocionais e biométricos em tempo real. Essa mediação algorítmica comprometeria a espontaneidade das interações sociais e transferiria o poder decisório dos indivíduos para sistemas automatizados, com implicações psicológicas e sociais de longo alcance. Em linha semelhante, Rafique et al. (2025) observam que, nos contextos urbanos hiperconectados, a vigilância constante tende a enfraquecer os limites entre espaços públicos e privados, convertendo os cidadãos em fontes contínuas de informação digital sem controle sobre sua disseminação.

Do ponto de vista técnico, Li, Fan e Wu (2025) reconhecem o potencial das redes inteligentes para proporcionar personalização avançada de serviços, baseando-se na troca incessante de dados. No entanto, Tripathi e Malik (2025) ressaltam que essa dinâmica favorece a dependência comportamental e a manipulação algorítmica, configurando um ambiente em que decisões são tomadas por sistemas opacos, sem transparência ou possibilidade de contestação. A eficiência prometida pelas redes, portanto, aparece imbricada em uma lógica de vigilância distribuída, em que o controle informacional se desloca do sujeito humano para agentes digitais.

Outro ponto de convergência entre os autores refere-se às consequências sociais do acesso desigual a essas tecnologias. Li, Fan e Wu (2025) indicam que indivíduos em condições socioeconômicas desfavoráveis ou residentes em áreas desprovidas de infraestrutura adequada correm o risco de não usufruírem dos benefícios proporcionados por essas inovações, o que contribui para a intensificação de desigualdades digitais pré-existentes. Essa avaliação é reforçada por Rafique et al. (2025), para quem a exclusão digital deve ser compreendida como um efeito estrutural do modelo urbano baseado em redes inteligentes, no qual a expansão da conectividade não garante, por si só, inclusão sociotécnica efetiva.

No âmbito da vigilância ubíqua, Rafique et al. (2025) argumentam que a



comunicação ininterrupta entre dispositivos urbanos pode resultar em um sistema de controle distribuído, no qual corporações e governos compartilham o monitoramento de fluxos informacionais. Essa configuração, ao mesmo tempo que permite eficiência operacional, compromete o consentimento informado e a autodeterminação do indivíduo. Tripathi e Malik (2025) reforçam essa preocupação ao indicarem que a transparência algorítmica permanece limitada, o que inviabiliza a verificação de inferências produzidas por sistemas de inteligência artificial em contextos comunicacionais cotidianos.

A perspectiva ética defendida por Decorme et al. (2025) propõe uma abordagem mais equilibrada. Os autores defendem a necessidade de um modelo centrado no ser humano que incorpore a sustentabilidade informacional e a redução da exposição tecnológica. Para eles,

[...] é essencial garantir que metas de sustentabilidade, como a minimização da exposição a campos eletromagnéticos e a redução do consumo de energia, sejam incorporadas às operações centrais da rede, em vez de tratadas como simples restrições técnicas (Decorme et al., 2025, p. 4).

Tal visão amplia o debate, ao relacionar a comunicação ubíqua não apenas à eficiência e segurança, mas também à preservação do equilíbrio ambiental e social. À medida que as infraestruturas digitais se tornam mais inteligentes, as implicações éticas da hiperconectividade tornam-se mais complexas. Li, Fan e Wu (2025) sugerem que os sistemas comunicacionais avançados serão capazes de interpretar padrões sociais e fisiológicos, transformando dados subjetivos em instrumentos de decisão automatizada. Essa previsão se articula ao diagnóstico de Tripathi e Malik (2025), que associam a automatização informacional à redução da liberdade decisória, uma vez que a antecipação comportamental tende a substituir o diálogo pela previsão algorítmica.

Por conseguinte, a ubiquidade comunicacional não pode ser dissociada de sua dimensão política. Rafique et al. (2025) alertam que a circulação de dados em escala total exige governança participativa, a fim de evitar a concentração de poder informacional em poucos agentes. A ausência de mecanismos regulatórios transparentes tende a agravar o desequilíbrio entre usuários, corporações e governos. Nesse contexto, a comunicação automatizada passa a ser simultaneamente instrumento de desenvolvimento e vetor de desigualdade social.



Em resumo, o diálogo entre os autores evidencia que a ubiquidade comunicacional representa tanto uma conquista tecnológica quanto um campo de disputa ética. A convergência entre automação, vigilância e desigualdade desafia as concepções tradicionais de privacidade e liberdade, exigindo novos paradigmas de regulação e responsabilidade social. O equilíbrio entre eficiência tecnológica e respeito aos direitos informacionais dependerá, portanto, da capacidade das sociedades contemporâneas de formular políticas que subordinem a inovação técnica aos princípios da justiça comunicacional.

6G SUSTENTÁVEL? DESAFIOS ÉTICOS, AMBIENTAIS E REGULATÓRIOS PARA A GOVERNANÇA DAS FUTURAS REDES MÓVEIS

A sustentabilidade das futuras redes móveis representa um dos principais dilemas na transição tecnológica rumo a novas formas de conectividade. Embora as promessas de eficiência energética sejam recorrentes no discurso técnico, os custos ambientais da infraestrutura necessária permanecem elevados. Li, Fan e Wu (2025) alertam que o novo sistema demandará uma densidade de infraestrutura superior à do 5G, com estações de base altamente concentradas e uso intensivo de frequências elevadas, o que resultará em significativo aumento no consumo energético. Essa constatação é compartilhada por Rafique et al. (2025), que enfatizam a necessidade de adoção de práticas compensatórias e políticas de neutralidade de carbono para mitigar os impactos ambientais associados ao funcionamento contínuo e em tempo real dos novos sistemas de comunicação.

Adicionalmente, a sustentabilidade das redes futuras não se limita à energia consumida durante sua operação, mas também aos processos industriais envolvidos na produção de dispositivos e componentes técnicos. Li, Fan e Wu observam que;

[...] a extração de materiais raros para suportar as demandas de fabricação de dispositivos e antenas [...] representa um desafio ambiental e geopolítico crítico, agravado pela ausência de padrões globais de governança e reciclagem tecnológica (Li; Fan; Wu, 2025, p. 13).

Tripathi e Malik (2025) complementam essa perspectiva ao apontar a ineficiência



dos atuais modelos tecnológicos em integrar adequadamente considerações ecológicas aos critérios de desenvolvimento técnico. Para os autores, o desafio ético não se restringe à mitigação de danos, mas exige a revisão das premissas que sustentam a expansão contínua das infraestruturas digitais.

Ao tratar das possibilidades regulatórias, Li, Fan e Wu (2025) argumentam que a governança das redes dependerá da articulação entre órgãos reguladores, fabricantes e operadores de rede. Essa coordenação deverá estabelecer modelos colaborativos capazes de equilibrar metas de inovação e responsabilidade ambiental. No entanto, segundo Tripathi e Malik (2025), a fragmentação institucional e a ausência de regulações universais sobre sustentabilidade digital configuram um vácuo normativo, suscetível a práticas que intensificam externalidades negativas. A inexistência de um marco transnacional que alinhe princípios ambientais com padrões operacionais impede a construção de ecossistemas justos e resilientes.

Nesse contexto, Decorme et al. (2025) propõem um modelo alternativo baseado no engajamento multissetorial e na integração de valores sociais ao desenvolvimento técnico. Por meio do projeto 6G4Society, os autores buscam estabelecer um quadro ético e ambiental unificado, fundamentado na escuta ativa de diferentes partes interessadas. Essa proposta se distancia de abordagens centradas exclusivamente no desempenho técnico, ao incorporar dimensões como acessibilidade, economia circular e soberania digital, ainda pouco consideradas nas estratégias industriais dominantes. Segundo os autores, soluções tecnológicas sustentáveis exigem a inclusão dessas variáveis desde as fases iniciais de pesquisa e desenvolvimento.

Com efeito, o desenvolvimento de arquiteturas conscientes do ponto de vista energético tem sido explorado por iniciativas como o 6Green e o BeGREEN, também discutidas por Decorme et al. (2025). O primeiro introduz mecanismos de retropressão baseados em dados energéticos para decisões automatizadas de baixo consumo; o segundo emprega inteligência artificial e tecnologias Open RAN para criar redes mais eficientes em contextos como hospitais, fábricas e instituições educacionais. Essas estratégias, embora relevantes, não eliminam a necessidade de normas vinculantes que limitem práticas insustentáveis, conforme defendido por Rafique et al. (2025), que insistem na urgência de estruturas regulatórias para lidar com descarte de dispositivos



e segurança ambiental.

A perspectiva ética, por sua vez, requer a incorporação de princípios que transcendam a eficiência técnica. Tripathi e Malik (2025) argumentam que a governança do sistema exige estruturas interdisciplinares que articulem ciência, política e sociedade civil. Para os autores, não basta reduzir danos ambientais: é necessário garantir que os direitos fundamentais sejam protegidos e que os benefícios gerados pelas infraestruturas sejam distribuídos de maneira equitativa. Essa visão é corroborada por Rafique et al. (2025), que advogam por modelos participativos de governança, nos quais as comunidades locais tenham poder decisório sobre a implantação de tecnologias em seus territórios.

A esse respeito, o risco de práticas ‘verdes’ meramente simbólicas é reiterado por diversos autores. Rafique et al. (2025) denunciam a adoção de soluções sustentáveis apenas como fachada, desprovidas de critérios ambientais efetivos durante as fases críticas do ciclo tecnológico. Li, Fan e Wu (2025) também chamam atenção para a necessidade de que o design ecológico seja incorporado desde o início do processo de desenvolvimento, evitando intervenções paliativas de baixa eficácia. Por essa razão, Tripathi e Malik (2025) defendem a substituição da lógica de performance ilimitada por valores como suficiência, circularidade e justiça ecológica, que reorientem o papel das tecnologias móveis no planejamento social.

Portanto, os desafios associados à construção de redes digitais sustentáveis não se restringem a questões técnicas ou ambientais, mas implicam uma revisão profunda dos paradigmas que orientam o desenvolvimento tecnológico. Como sintetizam Li, Fan e Wu,

A fragmentação normativa entre países pode gerar ecossistemas desiguais de acesso e sustentabilidade [...], exigindo a construção de marcos regulatórios transnacionais que alinhem princípios ambientais com padrões operacionais e comerciais (Li; Fan; Wu, 2025, p. 14).

Essa constatação reforça a ideia de que uma tecnologia verdadeiramente sustentável não poderá ser concebida sem compromissos institucionais consistentes, capazes de integrar responsabilidade ecológica, justiça social e viabilidade técnica de forma inseparável. Em outras palavras, a sustentabilidade das redes futuras não pode ser reduzida a um conjunto de ajustes técnicos pontuais, tampouco depender



exclusivamente da boa vontade de agentes do mercado. Ela exige a formulação de arranjos institucionais que articulem diferentes setores, ciência, indústria, governo e sociedade civil, em processos decisórios transparentes, vinculantes e orientados por critérios éticos e redistributivos. A ausência desses mecanismos favorece a perpetuação de práticas insustentáveis, como a extração intensiva de recursos naturais, a obsolescência programada e a marginalização de comunidades com menor poder de negociação ou acesso limitado à conectividade.

Além disso, a responsabilidade ecológica não pode ser tratada como uma externalidade da inovação tecnológica. Ela deve ser incorporada como parâmetro de avaliação estrutural de todo o ciclo de vida da rede — da pesquisa e desenvolvimento à implementação, uso e descarte de equipamentos. Da mesma forma, a justiça social exige que as decisões sobre a instalação de infraestrutura e o direcionamento de investimentos sejam submetidas a critérios de equidade territorial, de forma a evitar a concentração de benefícios em centros urbanos privilegiados e a exclusão de regiões periféricas e rurais. Por fim, a viabilidade técnica deve ser redimensionada para atender não apenas à performance operacional, mas também à adaptabilidade a contextos locais, ao consumo energético reduzido e à compatibilidade com soluções de economia circular. Sem esse entrelaçamento institucional e normativo entre sustentabilidade ambiental, inclusão social e inovação responsável, qualquer projeto de rede será, inevitavelmente, parcial, instável e desigual.

INFRAESTRUTURAS INTELIGENTES E

DESIGUALDADE DIGITAL: IMPLICAÇÕES DO 6G

PARA OS TERRITÓRIOS URBANOS E PERIFÉRICOS

A implementação de infraestruturas inteligentes apoiadas em redes de última geração tende a reproduzir padrões assimétricos de desenvolvimento urbano, sobretudo quando os critérios de alocação tecnológica priorizam retorno financeiro em detrimento de justiça territorial. Li, Fan e Wu alertam que,

[...] a construção de redes 6G priorizará ambientes urbanos densamente povoados, onde o retorno sobre investimento é maior, deixando regiões periféricas ou rurais sob risco de marginalização tecnológica, comprometendo o princípio de universalidade da conectividade (Li; Fan; Wu,



2025, p. 9).

Nesse mesmo sentido, Tripathi e Malik (2025) argumentam que a introdução de tecnologias de comunicação avançadas, quando orientada por interesses comerciais, tende a reforçar segregações socioespaciais já existentes, reproduzindo no ambiente digital desigualdades que marcam a distribuição da infraestrutura física nas cidades.

A crítica à seletividade na instalação de tecnologias também é compartilhada por Rafique et al. (2025), que observam que, sem regulamentação adequada, as novas redes poderão se concentrar em áreas urbanas centrais e financeiramente atrativas, agravando disparidades históricas de acesso à conectividade. Mesmo dentro das metrópoles, a cobertura desigual poderá comprometer o funcionamento de serviços públicos automatizados em bairros marginalizados, evidenciando um descompasso entre inovação técnica e universalização do acesso. Li, Fan e Wu (2025) reforçam essa perspectiva ao advertirem que a ausência de políticas públicas específicas transforma a infraestrutura digital em vetor de exclusão, reservando os benefícios da hiperconectividade a zonas de alto valor imobiliário e centros corporativos.

No entanto, algumas iniciativas demonstram esforços para atenuar tais assimetrias, mesmo que ainda insuficientes. O projeto BeGREEN, por exemplo, utilizou superfícies inteligentes reconfiguráveis para estender a cobertura da rede em áreas densas e simultaneamente otimizar a distribuição energética em regiões periféricas (Decorme et al., 2025). Além disso, a arquitetura hierárquica do projeto COALESCE, baseada em edge, fog e cloud computing, permite descentralizar o processamento de dados, sendo particularmente útil em locais com infraestrutura limitada. Essas abordagens indicam caminhos técnicos para maior equidade territorial, mas sua efetividade depende de articulação com estratégias de inclusão cidadã e regulação pública, como destaca Tripathi e Malik (2025), ao apontarem que a apropriação das redes exige formação de capacidades locais para operar e fiscalizar tais sistemas.

Ademais, a desigualdade digital não decorre apenas da ausência de infraestrutura, mas também da ausência de controle social sobre sua implementação e operação. O projeto CENTRIC, descrito por Decorme et al. (2025), busca incorporar justiça na distribuição de informações, mesmo em contextos com baixa capacidade computacional, por meio de redes adaptativas baseadas em inteligência artificial.



Embora essa arquitetura represente um avanço técnico, os riscos de automatização sem mediação humana persistem. Conforme observam Rafique et al. (2025), decisões urbanas automatizadas, como segurança ou mobilidade, baseadas em dados incompletos ou enviesados, podem marginalizar grupos que já enfrentam exclusão histórica, reforçando camadas invisíveis de controle e invisibilidade digital.

A relação entre cidades inteligentes e exclusão social também é problematizada por Tripathi e Malik (2025), que discutem o risco de automação excessiva dos espaços públicos. Segundo os autores, sem mecanismos democráticos de regulação, sensores e sistemas baseados em inteligência artificial podem transformar áreas urbanas em zonas hipercontroladas, nas quais direitos civis são subordinados à lógica da vigilância. Essa crítica se articula à advertência de Li, Fan e Wu (2025), segundo a qual modelos de cidade automatizada tendem a incorporar práticas de análise comportamental que, em bairros vulnerabilizados, podem ter consequências mais opressivas do que protetivas.

Para além da dimensão urbana, há implicações diretas sobre as populações rurais e tradicionais, frequentemente excluídas de debates sobre inovação digital. A ausência de conectividade estruturada nesses territórios limita o acesso a políticas públicas digitalizadas e compromete a efetividade de direitos básicos como saúde, educação e mobilidade. Nesse contexto, iniciativas como o projeto IN2CCAM, que implementou infraestrutura inteligente para transporte em áreas não centrais, representam uma tentativa de aplicação tecnológica descentralizada (Decorme et al., 2025). Ainda assim, como destacam Rafique et al. (2025), o risco de que o novo modelo de cidade hiperconectada substitua barreiras físicas por barreiras tecnológicas é real e requer enfrentamento institucional.

Portanto, a transformação digital dos espaços urbanos e periféricos por meio de redes avançadas de comunicação não pode ser dissociada de princípios de justiça territorial, regulação participativa e equidade estrutural. Tripathi e Malik sintetizam esse ponto ao afirmarem:

Sem políticas públicas específicas, as infraestruturas inteligentes baseadas em 6G poderão cristalizar desigualdades territoriais, criando um novo tipo de 'deserto digital urbano', onde a exclusão não é ausência de tecnologia, mas falta de controle e apropriação social. (Tripathi; Malik; 2025, p. 421)

Essa perspectiva exige que as decisões técnicas sobre implantação de



infraestrutura digital incorporem critérios sociais, ambientais e políticos, sob pena de transformar a inovação tecnológica em instrumento de aprofundamento de desigualdades estruturais já consolidadas no espaço urbano e rural.

Em suma, para que as infraestruturas digitais avancem no sentido da equidade, é necessário enfrentar a lógica distributiva que privilegia a eficiência econômica em detrimento da justiça espacial. A viabilidade de um modelo urbano digitalmente integrado e socialmente justo requer que políticas públicas articulem inclusão digital, capacitação cidadã e transparência algorítmica. Caso contrário, a infraestrutura inteligente, longe de democratizar o acesso à comunicação, poderá institucionalizar uma nova forma de segregação baseada na lógica do dado, da automatização e da exclusão algorítmica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presente investigação evidenciou que as infraestruturas baseadas em redes de sexta geração, embora prometam avanços significativos em conectividade e automação, tendem a acentuar desigualdades já existentes, tanto nos centros urbanos quanto nas periferias. Verificou-se que, em contextos marcados por assimetrias socioeconômicas e lacunas de infraestrutura, a adoção de tecnologias avançadas sem regulação equitativa amplia a exclusão digital e limita a apropriação social dos benefícios prometidos pelas redes inteligentes. A comunicação ubíqua, ao integrar elementos como sensores corporais, análise comportamental e automação preditiva, cria novas camadas de controle e vigilância que afetam de modo desproporcional as populações com menor capacidade de contestar ou mediar tais tecnologias (Tripathi; Malik, 2025; Rafique et al., 2025).

Nesse sentido, o estudo confirmou que a distribuição desigual de infraestrutura e recursos computacionais dificulta a universalização da conectividade e compromete o princípio da neutralidade tecnológica. Em áreas com maior poder aquisitivo e valor imobiliário, a infraestrutura digital tende a ser instalada de forma prioritária, enquanto regiões periféricas permanecem à margem do ecossistema hiperconectado (Li; Fan; Wu, 2025). Essa seletividade espacial também foi identificada por autores que investigam o impacto das cidades inteligentes na reprodução de padrões de segregação urbana



(Decorme et al., 2025). Assim, as promessas de eficiência energética, automação e sustentabilidade tecnológica tornam-se acessíveis apenas a segmentos específicos da população, gerando assimetrias no acesso a direitos fundamentais mediados por redes digitais.

Em relação ao campo da sustentabilidade, a pesquisa indicou que os projetos analisados, como BeGREEN e CENTRIC, apresentam estratégias relevantes de mitigação dos impactos ambientais relacionados ao consumo energético e à densidade de infraestrutura. No entanto, mesmo nesses projetos, observa-se uma carência de mecanismos que assegurem a equidade territorial e a incorporação de princípios éticos na fase de implantação das redes. A literatura especializada aponta que a integração entre governança tecnológica, responsabilidade ambiental e justiça social ainda não está suficientemente articulada nas iniciativas em desenvolvimento, o que limita a eficácia das soluções propostas (Tripathi; Malik, 2025).

Entre as limitações identificadas, destaca-se a dificuldade em acessar dados empíricos que comprovem a efetividade das propostas de descentralização e inclusão digital nas fases iniciais de implantação do 6G. A maior parte dos projetos analisados encontra-se em estágio experimental ou de pré-implantação, o que dificulta a avaliação dos impactos reais sobre populações vulneráveis. Além disso, a literatura internacional tende a focalizar os benefícios técnicos das redes de próxima geração, com menor atenção às implicações sociais e políticas, o que impõe desafios à construção de uma análise crítica e interdisciplinar do tema (Rafique et al., 2025).

De forma surpreendente, algumas propostas técnicas consideradas inovadoras, como a utilização de gêmeos digitais (Network Digital Twins) para simulação de desempenho em áreas remotas, apresentaram limitações quanto à aplicabilidade em contextos com infraestrutura precária. Embora os autores defendam que essas ferramentas permitiriam maior previsibilidade e eficiência, a ausência de dados contextualizados sobre as populações locais compromete a capacidade dessas soluções de atender às demandas reais dos territórios excluídos (Decorme et al., 2025). Tal constatação corrobora críticas já formuladas por estudos que questionam o alcance social das tecnologias orientadas por dados, especialmente em ecossistemas urbanos desiguais (Tripathi; Malik, 2025).



Em vista desses resultados, recomenda-se que futuras pesquisas se concentrem na avaliação longitudinal dos efeitos socioterritoriais da implantação das redes de sexta geração, com especial atenção às dinâmicas de exclusão digital em comunidades marginalizadas. Sugere-se, ainda, o desenvolvimento de estudos qualitativos voltados à percepção dos usuários em diferentes contextos urbanos e rurais, com o intuito de mapear resistências, apropriações e usos alternativos das infraestruturas digitais. Outra linha de investigação promissora consiste na análise comparativa de modelos regulatórios adotados por diferentes países, visando identificar boas práticas de governança que articulem inovação técnica, justiça informacional e sustentabilidade ambiental.

Portanto, embora a literatura analisada aponte iniciativas relevantes e modelos teóricos de governança sustentável, ainda persiste um descompasso entre o potencial técnico das redes de nova geração e sua efetiva capacidade de promover inclusão digital, participação cidadã e equidade territorial. A superação desse desafio requer um reposicionamento institucional que priorize a regulação democrática das tecnologias, a valorização de saberes locais e a redistribuição dos benefícios da conectividade.

CONCLUSÃO

As considerações finais deste estudo apontam que os objetivos inicialmente propostos foram plenamente contemplados pela análise dos três eixos estruturantes: a comunicação ubíqua e seus efeitos sociais, os desafios para a sustentabilidade e governança das redes de próxima geração, e os impactos territoriais das infraestruturas inteligentes na produção de desigualdades digitais. A pesquisa demonstrou que, embora as redes de sexta geração apresentem potencial técnico elevado para transformar os modos de comunicação, circulação de dados e organização urbana, sua implementação não é neutra do ponto de vista social, ambiental ou político. Ao contrário, depende de estruturas regulatórias, escolhas de design e compromissos institucionais capazes de equilibrar inovação tecnológica com justiça informacional, responsabilidade ecológica e inclusão cidadã.

As questões levantadas na introdução, relativas às implicações sociais da hiperconectividade, ao risco de vigilância sistemática e à concentração dos benefícios



em setores privilegiados da população, foram abordadas por meio da articulação entre referencial teórico e análise crítica dos estudos mais recentes sobre o tema. A metodologia, centrada na análise bibliográfica de artigos científicos e relatórios técnicos, permitiu identificar as principais tendências associadas ao desenvolvimento do 6G, evidenciando não apenas promessas de desempenho, mas também as externalidades negativas que decorrem de sua adoção sem critérios éticos e distributivos claros.

Em relação aos objetivos específicos, a investigação revelou que a comunicação ubíqua promovida pelas redes inteligentes tende a ampliar os mecanismos de coleta e análise automatizada de dados, o que implica riscos para a privacidade individual e a autonomia informacional. Também se constatou que os modelos atuais de sustentabilidade digital, embora tragam propostas relevantes de eficiência energética e redução de emissões, carecem de mecanismos robustos de equidade territorial e justiça socioambiental. Por fim, observou-se que a expansão das infraestruturas inteligentes pode reforçar desigualdades urbanas preexistentes, caso não sejam estabelecidas políticas públicas que garantam controle comunitário e acessibilidade universal aos recursos tecnológicos.

Diante das lacunas identificadas, recomenda-se que futuras pesquisas avancem em três direções principais. Primeiramente, é necessário desenvolver estudos empíricos sobre o impacto das redes 6G em territórios vulneráveis, com atenção à diversidade sociocultural e às estratégias locais de apropriação tecnológica. Em segundo lugar, torna-se urgente aprofundar investigações sobre modelos regulatórios que integrem dimensões técnicas, éticas e ambientais desde as fases iniciais de pesquisa e desenvolvimento. Por fim, sugere-se a realização de análises comparativas entre diferentes países ou regiões, a fim de mapear boas práticas de governança digital e identificar estratégias eficazes para mitigar desigualdades no acesso, uso e controle das redes de próxima geração.



REFERÊNCIAS

- DECORME, R.; FAYE, S.; CALISTI, M.; PRYOR, S.; DEY, I.; FANTI, M. P.; MALANDRINO, F.; LOMBARDO, C. Rumo a um 6G sustentável: um apelo colaborativo à ação para enfrentar os desafios ambientais nas (e graças às) futuras redes móveis. **Open Research Europe**, v. 4, 4260, 2025.
- LI, P.; FAN, J.; WU, J. Explorando as principais tecnologias e aplicações da rede de comunicação sem fio 6G. **iScience**, v. 28, n. 5, p. 1-20, 2025.
- RAFIQUE, S.; IQBAL, S.; ALI, A. D.; KHAN, F. Enfrentando desafios éticos em cidades inteligentes habilitadas para 6G: privacidade, equidade e governança. **Transações ICCK sobre Detecção, Comunicação e Controle**, v. 2, n. 1, p. 48-65, 2025.
- SANTANA, A. N. V. de; NARCISO, R.; SANTANA, A. C. de A. Transformações imperativas nas metodologias científicas: impactos no campo educacional e na formação de pesquisadores. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 1, e13702, 2025.
- TRIPATHI, P.; MALIK, A. A. Dimensões éticas e sociais da implantação do 6G. *In*: Premier Research Source. **Impactos do 6G nos habitats naturais e na vida humana**. 2025. cap. 14, p. 401-434.