

**SISTEMA DE COMUNICAÇÃO POR SATÉLITES (LEO) NA
SEGURANÇA TERRITORIAL: PROPOSTA DE
IMPLEMENTAÇÃO TECNOLÓGICA NAS VIATURAS DA
PATRULHA RURAL COMUNITÁRIA DE DOUTOR ULYSSES,
PARANÁ, BRASIL**

***LEO SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM FOR
TERRITORIAL SECURITY: A PROPOSAL FOR
TECHNOLOGICAL IMPLEMENTATION IN THE
VEHICLES OF THE COMMUNITY RURAL PATROL OF
DOUTOR ULYSSES, PARANÁ, BRAZIL***





SISTEMA DE COMUNICAÇÃO POR SATÉLITES (LEO) NA SEGURANÇA TERRITORIAL: PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO TECNOLÓGICA NAS VIATURAS DA PATRULHA RURAL COMUNITÁRIA DE DOUTOR ULYSSES, PARANÁ, BRASIL

LEO SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM FOR TERRITORIAL SECURITY: A PROPOSAL FOR TECHNOLOGICAL IMPLEMENTATION IN THE VEHICLES OF THE COMMUNITY RURAL PATROL OF DOUTOR ULYSSES, PARANÁ, BRAZIL

Adilson Luiz Ramos Lovato¹
adilsonlovato@hotmail.com

Íncare Correa de Jesus²
incare@pm.pr.gov.br

RESUMO

A segurança pública em áreas rurais enfrenta desafios estruturais decorrentes da ausência de infraestrutura de telecomunicações terrestre, o que compromete a eficiência operacional das equipes de patrulhamento. O presente artigo tem como objetivo propor, com base em evidências bibliográficas, a implementação de solução de conectividade satelital baseada em satélites de órbita baixa (LEO) — utilizando como objeto de estudo a constelação *Starlink*, operada pela SpaceX — nas viaturas da Patrulha Rural Comunitária da Polícia Militar do Paraná (PMPR) no município de Doutor Ulysses-PR. A metodologia adota uma abordagem qualitativa de natureza aplicada e caráter exploratório-descritivo, fundamentada no método dedutivo. O levantamento apoia-se em pesquisa bibliográfica e análise documental de fontes científicas, relatórios institucionais da Polícia Militar e dados geográficos de infraestrutura. O diagnóstico territorial evidencia que as três Estações Rádio Base (ERBs) existentes no município cobrem um raio aproximado de dez quilômetros a partir do núcleo urbano, deixando a faixa de divisa com o Estado de São Paulo e as demais áreas rurais desprovidas de infraestrutura de conectividade e de sistemas de comunicação crítica. A análise das Redes Não Terrestres (*Non-Terrestrial Networks* – NTN), com ênfase nas constelações de órbita baixa (LEO), indica que essa arquitetura de conectividade proporciona reduzida latência, elevada resiliência frente às barreiras do relevo e viabilidade técnica para o suporte ao patrulhamento rural. Conclui-se que a adoção da conectividade satelital de órbita baixa capacita a viatura a atuar como uma plataforma móvel de Comando e Controle (C2), viabilizando consultas a sistemas de inteligência, a cooperação interinstitucional em regiões de divisa e o fortalecimento da capacidade estatal de proteção às comunidades rurais, o que contribui para a consolidação da segurança territorial no estado do Paraná.

Palavras-chave: Satélites de órbita baixa (LEO); Patrulha Rural Comunitária; Comando e controle (C2); Redes Não Terrestres (NTN); Segurança Territorial.

¹ Policial Militar do Estado do Paraná. Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL), especialista em Direito Aeronáutico e em VANTS e Drones: Legislação, Planejamento e Aplicações. Atualmente é acadêmico do curso de Administração. Possui capacitação em Patrulha Rural Comunitária e formação como Piloto de Aeronaves Remotamente Pilotadas pela Polícia Militar do Paraná. Desenvolve estudos voltados à aplicação de tecnologias emergentes na Segurança Pública, com ênfase em conectividade satelital para áreas remotas, Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), sistemas Counter-UAS, Patrulhamento Rural e Direito Aeronáutico. Atua nos temas relacionados ao emprego de drones na atividade policial, tecnologias aplicadas ao meio rural e desenvolvimento de capacidades operacionais para forças de segurança pública. E-mail: Adilsonlovato@hotmail.com, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6524176696416566>, Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-0060-3665>.

² Oficial da Polícia Militar do Paraná. Especialista em Formulação e Gestão de Políticas Públicas – Escola de Governo/Uel (2009-2010). Doutor pela Universidade Federal do Paraná. Membro do Instituto Brasileiro de Segurança Pública (IBSP). E-mail: incare@pm.pr.gov.br, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1179043272494685>, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1072-9028>.

**ABSTRACT**

Public safety in rural areas faces structural challenges resulting from the lack of terrestrial telecommunications infrastructure, which compromises the operational efficiency of patrolling teams. Based on bibliographical evidence, this paper aims to propose the implementation of a satellite connectivity solution based on Low Earth Orbit (LEO) satellites—using the Starlink constellation, operated by SpaceX, as a case study—in the vehicles of the Community Rural Patrol of the Military Police of Paraná (PMPR) in the municipality of Doutor Ulysses-PR. The methodology adopts a qualitative approach of an applied nature and exploratory-descriptive character, grounded in the deductive method. The survey relies on bibliographical research and documentary analysis of scientific sources, institutional reports from the Military Police, and geographic infrastructure data. The territorial assessment reveals that the three existing base transceiver stations (BTS) in the municipality cover a radius of approximately ten kilometers from the urban center, leaving the area bordering the State of São Paulo and other rural areas without connectivity infrastructure or critical communication systems. The analysis of Non-Terrestrial Networks (NTN)—with an emphasis on Low Earth Orbit (LEO) constellations—indicates that this connectivity architecture offers low latency, high resilience against terrain-related obstacles, and technical feasibility for supporting rural patrols. It is concluded that the adoption of low-orbit satellite connectivity enables the vehicle to function as a mobile Command and Control (C2) platform, facilitating access to intelligence systems, inter-agency cooperation in border regions, and the strengthening of state capacity to protect rural communities, thereby contributing to the consolidation of territorial security in the state of Paraná.

Keywords: Low Earth Orbit (LEO) satellites; Community Rural Patrol; Command and Control (C2); Non-Terrestrial Networks (NTN); Territorial Security.

1 INTRODUÇÃO

A segurança pública contemporânea enfrenta o desafio de integrar avanços tecnológicos a realidades geográficas complexas, nas quais a presença do Estado deve ser garantida independentemente da distância dos centros urbanos. Nesse contexto, a consolidação da política de enfrentamento à criminalidade no ambiente rural — o Programa Patrulha Rural Comunitária 4.0 — representa um marco na Polícia Militar do Paraná (PMPR), com base na integração de sistemas, na utilização de viaturas com tecnologia embarcada e no emprego de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) para otimizar o patrulhamento rural, em consonância com as diretrizes de policiamento comunitário voltadas à mitigação da criminalidade no campo (PMPR, 2024). Conforme destacam Aparecido e Silva (2025), essa reformulação busca restabelecer a tranquilidade nas áreas rurais por meio de ações proativas e de um cadastro rigoroso de propriedades, exigindo que a viatura policial atue como extensão da inteligência da corporação em tempo real.

Entretanto, a eficácia desse modelo esbarra nas limitações da infraestrutura terrestre, visto que a conectividade digital se consolidou como uma necessidade fundamental. A ausência dessa cobertura compromete diretamente a segurança territorial, entendida aqui como a capacidade do Estado e das instituições de monitorar, proteger e exercer soberania sobre todo o espaço geográfico. Conforme observam Souza, Teixeira e Kakitani (2024), a instalação de redes celulares convencionais em regiões com relevo acidentado ou de difícil acesso enfrenta restrições de viabilidade técnica e econômica. Essa exclusão gera as chamadas "zonas de sombra de cobertura" — áreas com cobertura celular inconsistente ou inexistente — o que vulnerabiliza a vigilância das fronteiras e o controle do território,



além de comprometer a resposta a emergências e pôr em risco as equipes que operam em locais remotos.

Para superar essa lacuna de conectividade, o uso de Redes Não Terrestres (*Non-Terrestrial Networks* — NTN), especificamente por meio de satélites de órbita terrestre baixa (*Low Earth Orbit* — LEO), surge como uma alternativa promissora para ampliar a disponibilidade de dados em escala global. Conforme aponta Falcão (2024), sistemas satelitais de baixa latência — a exemplo da Starlink, uma constelação de satélites LEO operada pela empresa *SpaceX* — dispensam modificações na rede física de telecomunicações e asseguram conexão estável para frotas veiculares em deslocamento. Essa inovação permite que a segurança pública reduza sua dependência exclusiva das Estações Rádio Base (ERBs), garantindo a continuidade da comunicação e do fluxo de informações independentemente das barreiras geográficas ou das grandes distâncias.

A relevância dessa modernização está contemplada no mapa estratégico da PMPR, uma vez que figuram entre seus objetivos estratégicos o fortalecimento da segurança e a modernização da estrutura organizacional (Paraná, 2025a). A implementação de tais objetivos é corroborada por experiências práticas, como a prova de conceito realizada pelo 5º Batalhão de Polícia Militar, em Londrina/PR. De acordo com o relatório técnico elaborado pela unidade, a implementação de comunicação de dados via satélite em viaturas da Patrulha Rural Comunitária permitiu a utilização de sistemas de monitoramento e a consulta a bancos de dados em 105 dos 106 pontos testados, o que atesta sua viabilidade operacional (Paraná, 2025b). Essa evolução tecnológica permite que a unidade operacional atue como uma plataforma móvel de Comando e Controle (C2), ampliando a eficiência na gestão do espaço geográfico ao viabilizar o tráfego de dados em banda larga e comunicações em áudio e vídeo em tempo real em regiões anteriormente isoladas.

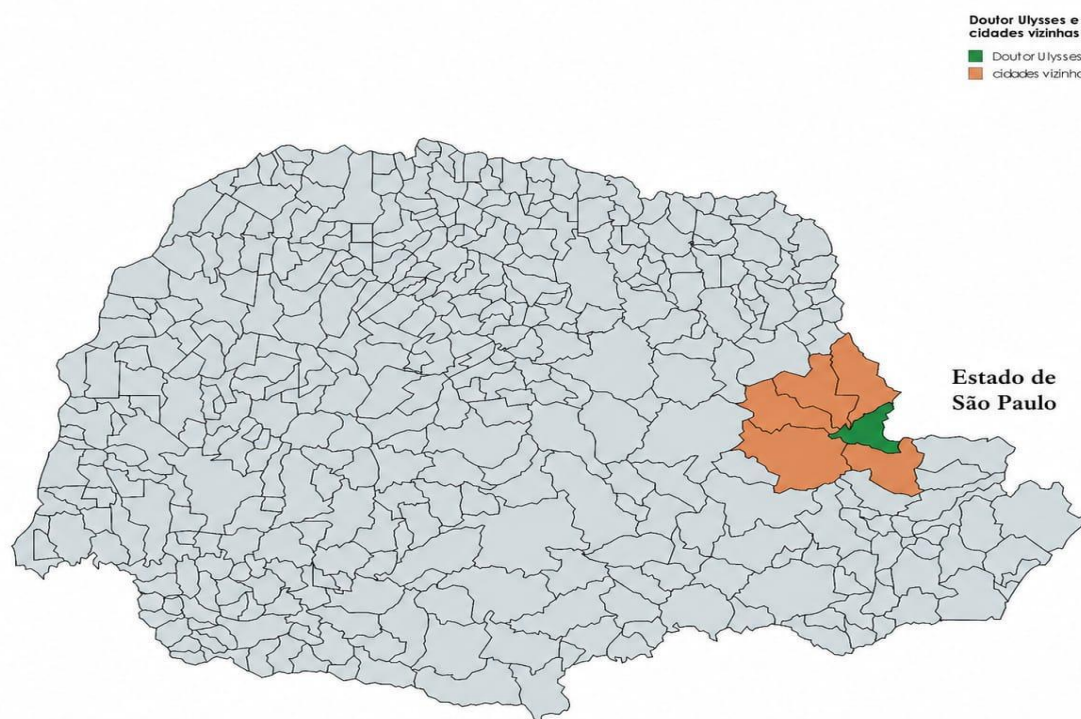
O município de Doutor Ulysses situa-se na região do Vale do Ribeira, integrando a Região Metropolitana de Curitiba, a aproximadamente 131 km da capital paranaense. Possui área territorial de 779,628 km² e população de 5.697 habitantes, conforme o Censo Demográfico de 2022, com densidade demográfica de 7,33 hab./km² (IBGE, 2022). Limita-se com os municípios de Sengés, Jaguariaíva, Pirai do Sul, Castro e Cerro Azul, além de possuir aproximadamente 56 km de divisa com o estado de São Paulo (Figura 1).

Cerca de 83,78% da população reside na zona rural, o que evidencia o caráter eminentemente agrário do território e a dispersão geográfica da comunidade. Doutor Ulysses registra, ainda, o menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) do estado do Paraná, com índice de 0,546, classificado como baixo pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Esse cenário de vulnerabilidade socioeconômica é aprofundado pelo isolamento geográfico: a localidade depende historicamente de estradas de terra para acessar serviços básicos de saúde, bancos e comércio,

e a rodovia PR-092, principal via de acesso, percorre áreas de relevo montanhoso no Vale do Ribeira, o que, por décadas, dificultou a pavimentação e o desenvolvimento local (Gazeta do Povo, 2026). A combinação entre baixa densidade populacional, topografia acidentada e precariedade viária configura um ambiente de acentuada dificuldade operacional para as forças de segurança pública, tornando a ausência de infraestrutura de telecomunicações não apenas um obstáculo técnico, mas um fator de risco concreto para policiais e comunidades rurais.

No que tange à infraestrutura de telecomunicações terrestre do município, observa-se rede extremamente limitada e concentrada no núcleo urbano, o que gera um hiato de cobertura na zona rural (Figura 1). Diante da existência de apenas três estações rádio base (ERBs) em um raio de dez quilômetros, a vasta área remota e as divisas com o estado de São Paulo permanecem desassistidas, o que impede o fluxo de informações vitais. Nesse cenário de restrição de conectividade, emerge o seguinte problema de pesquisa: de que maneira a implementação de conexões via satélite de baixa órbita (LEO) nas unidades móveis da Patrulha Rural Comunitária pode viabilizar a segurança territorial e a eficiência operacional em áreas desprovidas de cobertura telefônica terrestre?

Figura 1. Limites geográficos do município de Doutor Ulysses, Paraná, Brasil.



Created with mapchart.net

Fonte: Adaptado de Manchart.net.



Para responder a essa problematização, este trabalho tem por objetivo geral propor a adoção de sistemas de conectividade satelital de baixa órbita — como os fornecidos pela constelação *Starlink*, operada pela *SpaceX* — nas viaturas do policiamento ostensivo rural em Doutor Ulysses/PR, fundamentando-se em evidências da literatura e dados operacionais. Para atingir essa meta, estabeleceram-se três objetivos específicos: analisar a atual disposição geográfica das ERBs para identificar as lacunas de cobertura; verificar as vantagens técnicas das constelações de satélites de órbita baixa frente às limitações das redes terrestres em áreas rurais; e demonstrar a importância do fluxo informacional constante para a integração das equipes e a manutenção da segurança nas divisas estaduais.

Desse modo, a justificativa deste estudo fundamenta-se na relevância pessoal, institucional e científica da temática. No plano pessoal, decorre do interesse em aprimorar as condições operacionais dos policiais militares que atuam em zonas rurais isoladas, reconhecendo-se que a ausência de conectividade expõe agentes e comunidades a riscos evitáveis. Sob a perspectiva institucional, o estudo contribui para o fortalecimento das ações da Polícia Militar do Paraná ao propor a modernização tecnológica das unidades do policiamento rural mediante a adoção de sistemas de comunicação satelital de baixa órbita (LEO). Essa medida viabiliza o acesso em tempo real a bancos de dados de inteligência, promove a integração com órgãos de segurança na faixa de divisa e amplia a presença do Estado em regiões vulneráveis à escassez de infraestrutura de telecomunicações terrestres.

Do ponto de vista científico, o trabalho justifica-se pela necessidade de ampliar o debate acadêmico sobre a aplicação de NTN e de tecnologias LEO na segurança pública, campo ainda carente de produção bibliográfica específica no contexto brasileiro. Ao sistematizar evidências sobre a viabilidade operacional de terminais satelitais LEO em viaturas do policiamento rural, este estudo fornece subsídios para pesquisas futuras, para o delineamento de políticas públicas de conectividade digital no campo e para a adaptabilidade do modelo em jurisdições que enfrentam lacunas análogas de infraestrutura.

2 METODOLOGIA

A metodologia fundamenta-se em uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos exploratório-descritivos. A partir do método dedutivo, a investigação articula o referencial teórico das telecomunicações com a doutrina de segurança pública, visando analisar a viabilidade de integração de novas tecnologias na mitigação de gargalos operacionais em áreas isoladas.

Para a operacionalização do estudo, empregou-se a combinação entre pesquisa bibliográfica e a técnica de análise documental. A constituição do acervo pautou-se em critérios de seleção fundamentados na pertinência conceitual, aderência temática e atualidade do material. Foram



selecionados artigos científicos, dissertações e monografias, além de documentos técnicos compostos por relatórios institucionais da Polícia Militar e dados geográficos de cobertura de antenas, permitindo o cruzamento interdisciplinar dos dados para a fundamentação do diagnóstico territorial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento desta pesquisa estrutura-se com base no material bibliográfico selecionado, que fornece a sustentação teórica necessária à compreensão da Patrulha Rural Comunitária 4.0 e das novas tecnologias de redes não terrestres. Por meio dessa literatura, exploram-se os conceitos de segurança territorial, o papel da tecnologia embarcada para a transparência e a agilidade policial, e os resultados técnicos de conectividade satelital em ambiente rural. A análise fundamenta-se na convergência entre a necessidade operacional de campo e as soluções tecnológicas de órbita baixa, garantindo que a proposta apresentada esteja ancorada em dados de desempenho real e em evidências acadêmicas.

3.1 A Patrulha Rural Comunitária 4.0 e os desafios estratégicos da segurança em áreas remotas

A sistematização e atualização do policiamento ostensivo rural pela Polícia Militar do Paraná representaram uma mudança de paradigma no tratamento da segurança pública no campo, com o distanciamento do modelo meramente reativo em direção a uma doutrina baseada em dados e na inteligência aplicada à segurança pública. Esse protocolo de atuação fundamenta-se na utilização de ferramentas tecnológicas para o mapeamento de vulnerabilidades, exigindo que o policial militar realize cadastros georreferenciados e visitas técnicas constantes às propriedades (Aparecido; Silva, 2025).

Entretanto, a plena implementação dessa diretriz operacional em municípios com topografia complexa, a exemplo de Doutor Ulysses, é condicionada ao provimento de uma infraestrutura de comunicação de dados capaz de suportar o fluxo de informações em tempo real. Na ausência de uma rede resiliente, a modernização tecnológica do policiamento rural enfrenta limitações, visto que a celeridade no tráfego de dados constitui fator determinante para a efetividade da presença institucional em localidades afastadas dos centros urbanos e das sedes operacionais.

Nesse cenário de modernização, a segurança pública passa a ser entendida como um sistema dependente de informações atualizadas para que as ações preventivas e repressivas tenham efetividade, especialmente no que tange ao monitoramento patrimonial. Pereira (2021) aponta que a gestão pública deve incorporar soluções tecnológicas voltadas à integração de sensores e dados, com o propósito de fortalecer a segurança em ambientes urbanos e rurais. Para a Patrulha Rural, isso significa que a viatura deve deixar de ser um simples meio de transporte para constituir-se em uma unidade móvel de



comando, capaz de consultar bancos de dados criminais e ambientais no exato momento da abordagem. A carência de cobertura celular em áreas de divisa, portanto, não é apenas um problema logístico, mas uma barreira que impede a aplicação das diretrizes de inteligência que norteiam o controle do espaço geográfico.

A utilização de sistemas de monitoramento embarcados nas unidades móveis é uma das engrenagens fundamentais para garantir a transparência e a agilidade nos procedimentos operacionais em áreas extensas. Sousa (2018) destaca que o emprego de tecnologias de informação e comunicação, como o GNSS (*Global Navigation Satellite System*) e a transmissão de vídeo, permite uma supervisão mais eficiente sobre as equipes, assegurando que o comando central tenha ciência exata do percurso e das condições de trabalho no campo. No contexto de Doutor Ulysses, onde o relevo acidentado e a mata fechada podem isolar uma equipe em questão de minutos, a tecnologia embarcada atua como um garantidor da integridade física do policial e da legalidade das ações. A falta de uma conexão estável, contudo, interrompe esse fluxo de controle, devolvendo o patrulhamento a um estado de isolamento analógico que conflita com as exigências de uma sociedade cada vez mais digitalizada e monitorada. Ainda neste sentido:

A implementação da tecnologia de satélites de órbita baixa (LEO) representa um divisor de águas para o policiamento rural. Diferente dos satélites geoestacionários tradicionais, a constelação *Starlink* oferece uma latência reduzida que permite a utilização de sistemas de monitoramento em tempo real e a transmissão de grandes pacotes de dados sem as interrupções comuns em áreas de relevo acidentado, garantindo que a viatura se torne um verdadeiro nó de rede capaz de sustentar operações complexas de inteligência no teatro de operações rural. (Paraná, 2025b, p. 17).

Diante da análise técnica decorrente da experiência de campo desenvolvida em Londrina/PR, percebe-se que a tecnologia de órbita baixa constitui alternativa capaz de sustentar a doutrina em ambientes de exclusão digital (Paraná, 2025b). A estabilidade da conexão observada nos testes permite, ainda, que a segurança jurídica da equipe seja reforçada, visto que consultas aos sistemas do Conselho Nacional de Justiça (CNJ) e da Secretaria de Estado da Segurança Pública (SESP) podem ser realizadas sem que a viatura precise deslocar-se quilômetros em busca de um ponto de cobertura celular. Essa autonomia digital é o que permite às equipes de policiamento ostensivo rural manter a proatividade e o rigor técnico exigidos no atendimento a crimes ambientais e patrimoniais, consolidando a viatura como unidade de inteligência autossuficiente e conectada.

3.2 Infraestrutura de telecomunicações e a superioridade das Redes Não Terrestres (NTNs)

O cenário das telecomunicações em regiões rurais brasileiras é marcado por uma "exclusão digital" decorrente da lógica de investimento das operadoras, que priorizam áreas com alta densidade populacional e infraestrutura terrestre simplificada. Souza, Teixeira e Kakitani (2024) explicam que a rede terrestre convencional, baseada em estações rádio base, enfrenta obstáculos físicos de difícil



transposição em municípios como Doutor Ulysses, onde a geografia impede a propagação do enlace de dados para além de curtas distâncias. A concentração de apenas três infraestruturas de transmissão num raio de dez quilômetros submete a maior parte do território municipal à indisponibilidade de comunicação de dados, gerando lacunas operacionais suscetíveis à exploração pelo crime organizado nas divisas estaduais. Essa limitação estrutural evidencia a necessidade de redirecionar o foco para soluções de comunicação de dados cuja cobertura transcenda os obstáculos da topografia local por meio de alcance global.

A transição para as Redes Não Terrestres (NTN) surge como resposta técnica para a ampliação da disponibilidade de informações em áreas remotas e de difícil acesso. Segundo Souza, Teixeira e Kakitani (2024), a singularidade dessas redes reside na capacidade de fornecer conexão em banda larga por meio de satélites que operam independentemente da infraestrutura física do solo, o que representa um avanço significativo frente às limitações históricas das telecomunicações convencionais. Os autores destacam que, no cenário contemporâneo, a conectividade digital transcende fronteiras geográficas e sociais, tornando-se necessidade fundamental para a integração de áreas remotas e rurais aos sistemas de informação que sustentam a economia e a segurança da sociedade.

No âmbito da segurança pública, essa tecnologia atua na mitigação das lacunas de infraestrutura terrestre — conhecidas como “zonas de sombra de cobertura” —, que historicamente restringem o patrulhamento em áreas rurais e de divisa, provendo maior resiliência ao tráfego de dados onde as redes celulares convencionais apresentam instabilidade ou ausência de sinal.

A integração digital emerge, portanto, como pré-requisito para o avanço socioeconômico e para a garantia de serviços essenciais, como a segurança pública. A superação dos desafios geográficos por meio das NTN permite que o Estado exerça sua autoridade em regiões que, até então, estavam à margem do desenvolvimento tecnológico (Souza; Teixeira; Kakitani, 2024). Assim, a comunicação de dados deixa de ser um privilégio urbano e passa a constituir ferramenta de soberania territorial, integrando as equipes de campo aos sistemas de defesa e inteligência do Estado de maneira ininterrupta. Nesse sentido, a solução proposta não apenas resolve o problema da comunicação policial, mas também estabelece uma base sólida para a modernização da gestão pública em territórios rurais extensos, nos quais a rede física de telecomunicações se mostrou insuficiente ao longo das últimas décadas.

O diferencial tecnológico das constelações de satélites em órbita terrestre baixa (LEO) — das quais a *Starlink*, operada pela *SpaceX*, é um exemplo representativo — reside na reduzida altitude de sua órbita. Essa característica resulta em níveis de latência substancialmente menores do que os registrados por sistemas geossíncronos e geoestacionários (GEO) convencionais. Conforme aponta Falcão (2024), a baixa latência é requisito fundamental para o funcionamento eficaz de aplicações



críticas que demandam tráfego em tempo real e canal seguro para transmissão de dados criptografados. No âmbito da Patrulha Rural Comunitária, a baixa latência das redes de órbita baixa favorece a realização de videoconferências e consultas a sistemas de dados complexos com maior estabilidade, inclusive durante o deslocamento das viaturas pelas vias não pavimentadas de Doutor Ulysses. Essa agilidade técnica é o que permite ao policial em campo tomar decisões baseadas em informações precisas, elevando o nível de segurança operacional e reduzindo a margem de erro durante abordagens em locais isolados. A esse respeito, afirma o autor:

É essencial buscar alternativas inovadoras que permitam solucionar os problemas de baixa cobertura de banda larga em áreas rurais, visando aumentar a agilidade, a segurança dos processos e a redução de perdas no setor. O presente trabalho apresenta um estudo de viabilidade das funcionalidades da internet satelital, drones e redes que não necessitam de alterações na infraestrutura terrestre, concluindo que a tecnologia ideal para solucionar a falta de conectividade em áreas remotas é a satelital de baixa órbita. (Falcão, 2024, p. 12).

Como reforça Falcão (2024), a tecnologia de órbita baixa (LEO) é a escolha técnica mais viável para frotas que operam em cenários remotos, pois dispensa obras civis ou ERBs adicionais. A viabilidade operacional do sistema foi avaliada em relatório de campo da Polícia Militar do Paraná, o qual evidenciou a estabilidade da conectividade por enlace satelital em cenários de indisponibilidade severa ou ausência de sinal das redes de telefonia móvel terrestres (Paraná, 2025b). Portanto, a integração dessa tecnologia às unidades operacionais de Doutor Ulysses não constitui apenas proposta teórica, mas medida fundamentada em evidências de desempenho que visa otimizar o uso dos recursos públicos e garantir a continuidade do serviço policial sob diferentes condições geográficas e climáticas.

3.3 Segurança territorial e integração interestadual via conectividade satelital

A segurança territorial em municípios de divisa exige um esforço de coordenação que ultrapassa as fronteiras administrativas, demandando integração constante entre as forças policiais de diferentes estados. Em Doutor Ulysses, a proximidade com o estado de São Paulo torna a região um corredor estratégico que, se desprovido de vigilância conectada, pode converter-se em facilitador para o trânsito de ilícitos e a fuga de criminosos.

Ximendes Júnior (2022) alerta que operar em locais ermos e sem tecnologia de última geração compromete a missão por falta de referências e de comunicação, o que, no contexto terrestre, se traduz na incapacidade de coordenar cercos e bloqueios em tempo real. A comunicação de dados supre essa lacuna, permitindo que as equipes que desempenham o policiamento ostensivo rural na Polícia Militar do Paraná mantenham contato imediato com as unidades paulistas, fechando janelas de impunidade que existem apenas em razão da falta de cobertura radioelétrica ou de telefonia celular nas áreas de divisa.



A conversão da viatura em um terminal integrado à rede de dados altera radicalmente a dinâmica do patrulhamento rural, conferindo ao agente de segurança uma percepção situacional historicamente restrita aos centros urbanos. Nesse sentido, Sousa (2018) ressalta que a incorporação de tecnologias da informação aprimora os procedimentos operacionais e fortalece a legitimidade institucional da polícia perante a comunidade.

Com o estabelecimento de enlace via satélite de baixa órbita (LEO), as patrulhas rurais em Doutor Ulysses ganham capacidade de transacionar alertas de veículos suspeitos com os sistemas centralizados de monitoramento, recebendo orientações táticas com reduzido tempo de resposta, mesmo em áreas com relevo acidentado. Essa conectividade pode fortalecer a atuação institucional do Estado, reduzindo gargalos operacionais em localidades remotas onde a escassez de sinal limitava a resposta policial. O relatório institucional registra essa dinâmica:

O teste de conceito evidenciou que a viatura, ao ingressar em zonas de exclusão de sinal de telefonia móvel, manteve a estabilidade da conexão de dados, garantindo que o policial militar pudesse realizar consultas ao sistema SESP Intranet e ao Conselho Nacional de Justiça sem a necessidade de deslocamento até um ponto elevado ou retorno à sede da companhia, otimizando o tempo de patrulhamento e garantindo a segurança jurídica e operacional da equipe em campo. (Paraná, 2025b, p. 17).

A análise técnica confirma que a redução do tempo de deslocamento para busca de sinal celular constitui um dos principais ganhos de eficiência para a Patrulha Rural Comunitária (Paraná, 2025b). A descentralização do preenchimento de relatórios e das consultas a sistemas reduz a necessidade de retornos à sede, otimizando a permanência da viatura em patrulhamento preventivo e fortalecendo a presença ostensiva no meio rural. Ademais, a realização de consultas em tempo real às bases de dados de justiça minimiza o risco de liberação indevida de indivíduos com mandados de prisão em aberto, ampliando a eficácia das abordagens policiais em localidades isoladas.

A proteção do próprio profissional de segurança pública deve ser tratada como prioridade de qualquer plano de modernização tecnológica. Ximendes Júnior (2022) destaca que o desconhecimento das tecnologias disponíveis muitas vezes leva à desconsideração de recursos que poderiam salvar vidas e reduzir custos operacionais no longo prazo. No caso de Doutor Ulysses, a garantia de que o policial em perigo terá sempre um meio de comunicação funcional é um fator psicológico e tático decisivo para a qualidade do serviço prestado. A conectividade satelital assegura que o "silêncio digital" deixe de favorecer a criminalidade e passe a constituir obstáculo superável pela inovação, garantindo que as equipes que realizam o policiamento ostensivo rural operem com maior eficiência e proteção nas divisas do estado. Nesse sentido, conclui o relatório:

A utilização de internet via satélite em viaturas da Patrulha Rural é uma solução operacionalmente viável para garantir comunicação em áreas remotas, representando um avanço significativo para a segurança pública ao transformar cada viatura em um posto avançado de comando capaz de operar com independência total das redes de telefonia



terrestre, assegurando a continuidade do serviço policial sob qualquer condição geográfica. (Paraná, 2025b, p. 8).

Os dados indicam, portanto, que a integração de sistemas de comunicação por satélites de órbita baixa (LEO) desempenha papel relevante no controle do espaço geográfico em ambientes rurais isolados. A convergência entre a doutrina policial e as Redes Não Terrestres (NTN) permite que o Estado supere as barreiras impostas pelo relevo e pela insuficiência das infraestruturas convencionais. Ao prover conexão estável e de alta velocidade, a administração pública não apenas melhora o desempenho das forças de segurança, mas também reafirma sua responsabilidade de proteger a vida e o patrimônio dos cidadãos rurais, integrando-os plenamente ao sistema de proteção e justiça do país.

3.4 Mapeamento da infraestrutura de telecomunicações e diagnóstico geográfico da cobertura

A compreensão da segurança territorial em municípios com características geográficas acidentadas e vastas áreas rurais exige uma análise minuciosa da infraestrutura de telecomunicações disponível em contraste com a demanda operacional das forças de segurança. No caso específico de Doutor Ulysses, no Paraná, observa-se um cenário de "vazio digital" que compromete diretamente a eficiência da Patrulha Rural Comunitária, uma vez que a cobertura de rede terrestre está restrita a uma pequena parcela do território municipal.

A existência de apenas três ERBs, concentradas em um raio aproximado de dez quilômetros a partir da sede do município (Conexis, 2026), cria uma sensação de segurança comunicacional que se dissipa rapidamente quando o veículo de radiopatrulha ingressa nas áreas remotas. Esse fenômeno de concentração urbana de cobertura celular deixa o policial militar sem meios de comunicação durante a maior parte do turno de serviço, inviabilizando o uso de ferramentas básicas da era da informação.

A dificuldade enfrentada pelas equipes de patrulhamento em Doutor Ulysses é intensificada pela topografia do Vale do Ribeira, onde vales e montanhas atuam como bloqueios naturais à propagação das ondas de rádio. Segundo Souza, Teixeira e Kakitani (2024), a rede terrestre baseada em estações rádio base enfrenta limitações severas em ambientes rurais, pois o enlace de dados perde potência à medida que se afasta dos centros urbanos, sendo frequentemente interrompido pelo relevo.

Para a modalidade de patrulhamento rural, cuja missão abrange o policiamento no campo, incluindo áreas de mata e de divisas estaduais, essa limitação geográfica traduz-se em um isolamento tático perigoso. Sem a cobertura celular, a viatura deixa de receber alertas em tempo real e perde a capacidade de consultar mandados de prisão ou veículos suspeitos, devolvendo a atuação policial a um estado de ineficiência analógica que não condiz com as atuais ameaças à segurança no campo.

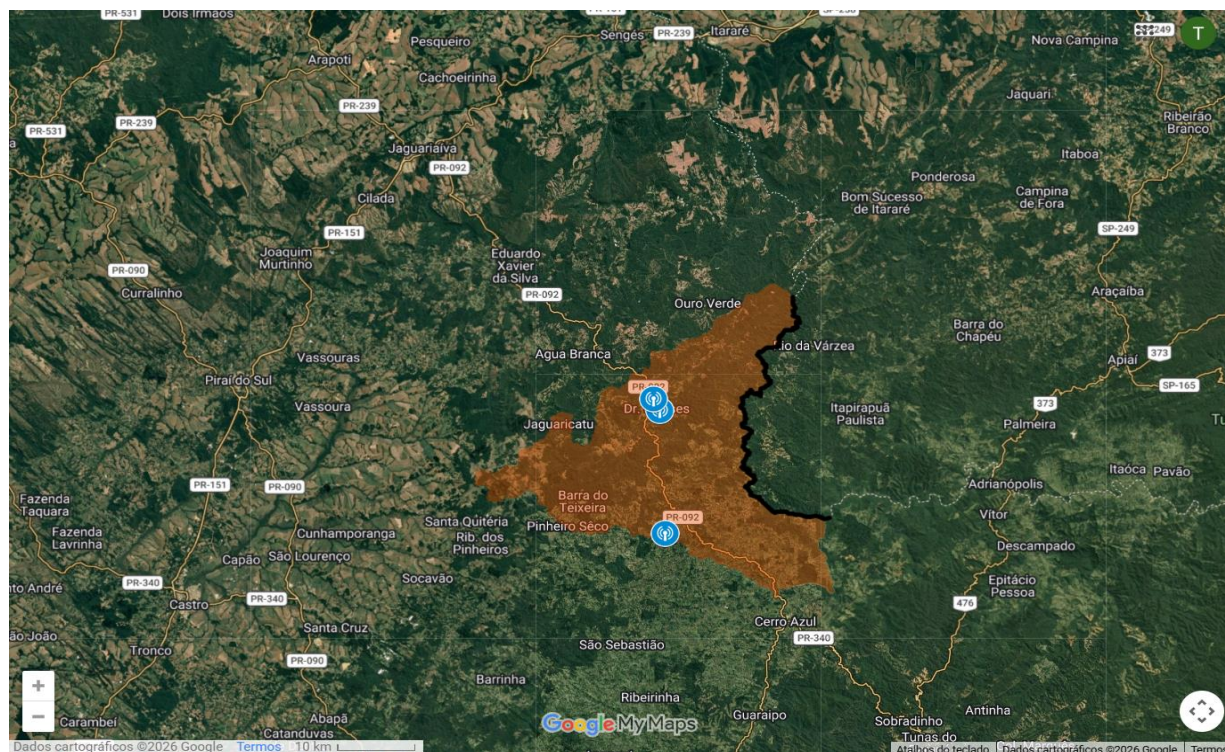
A necessidade de contato constante com as polícias de outros estados, particularmente nas áreas de divisa com São Paulo, mostra-se inviável sob a atual configuração de rede terrestre. Sousa (2018) argumenta que a utilização de sistemas de monitoramento e de comunicação de dados é o que

permite à polícia demonstrar força e visibilidade, além de garantir a agilidade na resposta a ocorrências complexas. No entanto, em Doutor Ulysses, o silêncio digital nas zonas limítrofes impede a coordenação de cercos policiais e a troca imediata de informações sobre a movimentação de criminosos que se aproveitam justamente dessa falta de cobertura para transitar entre os estados. Esse cenário exige uma solução que independa da distância das ERBs e proporcione um canal de comunicação direto com a viatura, garantindo que o Estado mantenha sua autoridade em todo o território municipal. É o que evidenciam os autores:

Uma das principais características das redes terrestres é a sua cobertura limitada. Devido à distância das torres de celular e à natureza geograficamente desafiadora das áreas rurais, a intensidade do sinal pode ser inconsistente. Isso resulta em zonas onde a conectividade é intermitente ou até inexistente, afetando a qualidade das chamadas telefônicas e a disponibilidade de serviços de dados. Tal limitação obriga os usuários de áreas remotas a buscarem alternativas que transcendam a infraestrutura terrestre para garantir a continuidade de serviços essenciais e a segurança das operações em campo. (Souza; Teixeira; Kakitani, 2024, p. 12).

Como elucidam Souza, Teixeira e Kakitani (2024), a intermitência da cobertura celular não é apenas um inconveniente tecnológico, mas uma barreira à continuidade de serviços essenciais, como é o caso da segurança pública. A discrepância entre a necessidade operacional e a realidade tecnológica da região torna-se evidente ao se mapear o posicionamento das estações rádio base. A Figura 2 demonstra graficamente como a cobertura se comporta no território municipal:

Figura 2: Disposição Geográfica das ERBs e Raio de Cobertura em Doutor Ulysses, Paraná, Brasil



Fonte: Adaptado de Conexis.



A análise visual da Figura 2 ratifica a problemática central desta pesquisa, expondo que a infraestrutura de telecomunicações terrestre é insuficiente para a manutenção da ordem pública nas áreas rurais. Observa-se que as três ERBs existentes formam um aglomerado de comunicação de dados restrito ao centro urbano, deixando em vácuo de cobertura celular nas zonas de divisa com São Paulo e as áreas de mata nas quais as equipes de policiamento ostensivo rural desempenham suas funções mais críticas. Esse cenário geográfico impõe ao policial militar um isolamento digital severo, uma vez que o relevo acidentado de Doutor Ulysses atua como barreira física à propagação das ondas de rádio terrestres, como representado no mapa.

A análise da disposição das antenas do município revela que a cobertura atual não alcança os pontos estratégicos da criminalidade rural nem as rotas de fuga em áreas de mata, refletindo a lógica de investimento orientada pela densidade urbana. Essa insuficiência estrutural das redes de telecomunicações coloca o agente de segurança em posição de vulnerabilidade, forçando-o a operar sem o apoio das bases de dados que fundamentam a doutrina moderna de inteligência. A superação dessa condição de ausência de conectividade é, portanto, o primeiro passo para que a Patrulha Rural Comunitária 4.0 possa, de fato, ser implementada em regiões de divisa e de difícil acesso.

3.5 Implicações operacionais do vazio digital em Doutor Ulysses-PR

A proposta de viabilizar o acesso à comunicação de dados via satélite nas viaturas fundamenta-se na superioridade tática que a conectividade constante oferece ao comando das operações. Pereira (2021) destaca que as soluções tecnológicas na segurança pública contribuem para que o Estado possa mapear desenvolvimentos futuros e antecipar-se à criminalidade por meio de dados inteligentes. Em municípios como Doutor Ulysses, onde o relevo oculta movimentações ilícitas, a internet satelital de órbita baixa (LEO) provê a estabilidade necessária para que aeronaves remotamente pilotadas (RPA) e câmeras embarcadas transmitam imagens aos centros de comando. Essa integração tecnológica reduz a assimetria informacional em áreas remotas, permitindo que a viatura conectada atue como um nó de coleta e transmissão de dados em tempo real para a central operacional, mitigando as limitações impostas pelo relevo e pelas distâncias geográficas.

A experiência conduzida por uma equipe da Patrulha Rural Comunitária do 5º Batalhão de Polícia Militar demonstra que a tecnologia satelital pode resolver o problema que as ERBs em Doutor Ulysses não conseguem solucionar (Paraná, 2025b). A otimização do tempo de patrulhamento registrada no relatório é um ganho direto de produtividade para a Polícia Militar, pois permite que a equipe permaneça em vigilância ativa nas áreas de divisa em vez de perder horas em deslocamentos logísticos para busca de cobertura celular.



A segurança jurídica referida no documento é igualmente crucial: ao realizar consultas imediatas, o policial evita o erro de liberar indivíduos procurados pela justiça ou de desconsiderar restrições de veículos furtados, garantindo que a aplicação da lei seja ininterrupta em todo o território paranaense. Assim, corroboram-se as diretrizes do relatório institucional (Paraná, 2025b), segundo as quais a superação da dependência das redes celulares de infraestrutura terrestre possibilita a operacionalização de viaturas como unidades avançadas de comando e controle.

Além da eficiência administrativa, a integridade física dos policiais em Doutor Ulysses é o argumento mais forte para a adoção da presente proposta. Ximendes Júnior (2022) alerta que operar em locais ermos e sem referências de comunicação adequadas coloca em risco a vida das equipes de campo, que ficam impossibilitadas de pedir reforços em situações de emboscada ou confronto.

A adoção de terminais satelitais LEO aumenta a disponibilidade do enlace digital com o comando central, favorecendo a execução contínua do rastreamento GNSS e a ativação tempestiva de protocolos de emergência. No contexto de Doutor Ulysses, onde as divisas estaduais podem facilitar ações de grupos criminosos armados, a comunicação de dados é o recurso de segurança que permite à polícia operar com a proteção e o suporte necessários para enfrentar cenários de alta complexidade. Nesse mesmo sentido, Falcão (2024) argumenta que tecnologias que dispensam infraestruturas terrestres pesadas são as mais adequadas para solucionar a falta de conectividade em áreas remotas, sendo a internet via satélite de órbita baixa a opção mais viável técnica e financeiramente.

Com a viatura rural conectada em tempo real, a equipe ganha celeridade na checagem de denúncias in loco e na execução do policiamento comunitário a partir de dados georreferenciados e atualizados. Desse modo, a implementação de sistemas satelitais LEO transcende o ganho exclusivamente tático, contribuindo para a ampliação da cobertura do serviço de segurança pública e para a mitigação das assimetrias de atendimento decorrentes do isolamento geográfico.

Ademais, a cooperação entre as corporações policiais do Paraná e de São Paulo ganha nova dinâmica tática com a atenuação das lacunas de comunicação em regiões de divisa. Em consonância com Sousa (2018), a integração entre sistemas de monitoramento veicular e enlaces satelitais possibilita o Rastreamento Veicular Automático (AVL) contínuo, favorecendo o planejamento e a coordenação de operações integradas em tempo real.

Caso uma equipe em Doutor Ulysses inicie um acompanhamento tático em direção ao território paulista, a estabilidade do enlace de dados favorece a transmissão em tempo real das coordenadas geográficas e das informações do suspeito para as unidades de São Paulo, otimizando o cerco integrado. Essa fluidez de informação entre as corporações estaduais é o que caracteriza um



controle do espaço geográfico, no qual a tecnologia satelital atua como ponte entre as forças de segurança no enfrentamento à criminalidade que não respeita limites administrativos.

Portanto, o diagnóstico geográfico indica uma lacuna de infraestrutura a ser mitigada pela administração pública, posicionando a adoção de terminais satelitais LEO nas unidades operacionais como uma intervenção alinhada às políticas de segurança pública baseadas em evidências. Ao mitigar o alcance restrito das Estações Rádio Base (ERB) terrestres, a Polícia Militar do Paraná amplia sua capacidade de atuação no policiamento ostensivo rural, viabilizando a operação de sistemas de inteligência embarcada em toda a sua jurisdição.

Conclui-se que a modernização das unidades móveis por meio de terminais de comunicação satelital de órbita baixa (LEO) apresenta-se como um fator determinante para ampliar a capacidade operacional e a eficiência da Patrulha Rural Comunitária da PMPR no município de Doutor Ulysses. A convergência entre a doutrina 4.0 e as Redes Não Terrestres permite que o Estado supere as limitações das infraestruturas convencionais e proteja suas equipes e os cidadãos de forma contínua em todo o território.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo indicou, por meio de análise bibliográfica e documental qualitativa, que a implementação de terminais satelitais LEO nas viaturas do policiamento ostensivo rural da PMPR em Doutor Ulysses-PR apresenta-se como uma alternativa tecnicamente adequada e potencialmente viável para mitigar a escassez de sinal que limita a atuação policial no município.

A análise da infraestrutura de telecomunicações revelou que as três Estações Rádio Base (ERBs) existentes no município mostram-se insuficientes para cobrir as vastas áreas rurais e a divisa com o Estado de São Paulo, gerando lacunas de cobertura que impõem desafios adicionais à segurança pública. Diante desse cenário, as Redes Não Terrestres (NTN), fundamentadas em satélites de baixa órbita, surgem como alternativa promissora, visto que minimizam a dependência de infraestruturas físicas terrestres e oferecem reduzida latência com maior resiliência a barreiras topográficas.

A avaliação de campo relatada pelo 5º Batalhão de Polícia Militar evidenciou a funcionalidade do sistema, com estabilidade de conexão verificada em 105 dos 106 pontos avaliados (Paraná, 2025b). Esse resultado fundamenta a proposta, indicando que a conectividade por satélites LEO possibilita ao veículo de radiopatrulha atuar como uma estação móvel de Comando e Controle (C2), apta a realizar consultas a bancos de dados de inteligência, transmitir fluxos de dados e subsidiar ações interinstitucionais.

Recomenda-se a avaliação dessa tecnologia para eventual incorporação às diretrizes de segurança pública em municípios de divisa e regiões rurais de difícil acesso, visando fortalecer a



presença institucional e a proteção aos agentes de segurança. Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de estudos analíticos comparativos entre diferentes provedores de redes NTN, bem como a investigação dos impactos dessa conectividade nos indicadores de criminalidade rural.

REFERÊNCIAS

APARECIDO, Anderson Luís; SILVA, Felipe Ferreira da. **Capacitação da Patrulha Rural 4.0 no atendimento a crimes ambientais**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 11, n. 9, p. 1-14, set. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Mapa Municipal: Doutor Ulysses - PR**. Rio de Janeiro: IBGE, [2024]. Escala 1:50.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-municipais/15974-mapa-municipal.html>. Acesso em: 21 maio 2026.

CONEXIS. Sindicato Nacional das Empresas de Telefonia e de Serviço Móvel, Celular e Pessoal (Conexis). **Mapa de Antenas**. Brasília: Conexis, 2026. Disponível em: <https://conexis.org.br/numeros/mapa-de-antenas-completo/>. Acesso em: 21 mar. 2026.

FALCÃO, Leomim Antônio Batista Bezerra. **Estudo de tecnologias para solucionar a falta de conectividade em áreas remotas**. 2024. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2024.

GAZETA DO POVO. **Obras na PR-092 avançam em Doutor Ulysses no Paraná**. Curitiba, 31 mar. 2026. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/parana/como-a-obra-na-pr-092-pretende-mudar-a-realidade-de-doutor-ulysses/>. Acesso em: 30 maio 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Doutor Ulysses (PR): Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/doutor-ulysses.html>. Acesso em: 30 maio 2026.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Diagnóstico socioeconômico do Território Ribeira: 1.ª fase — caracterização global**. Curitiba: IPARDES, 2007. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2020-03/RP_territorio_ribeira_2007.pdf. Acesso em: maio 2026.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Diretriz nº 002/2024-PM/3**. Política de enfrentamento à criminalidade no campo: Programa Patrulha Rural Comunitária 4.0. Curitiba: PMPR, 2024. Disponível em: <https://www.pmpr.pr.gov.br/Pagina/Patrulha-Rural-Comunitaria>. Acesso em: 1 maio 2026.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. Comando-Geral. **Portaria do Comando-Geral nº 682, de 12 de junho de 2025**. Aprova o Planejamento Estratégico da PMPR 2025/2027 e dá outras providências. Curitiba, 2025a. Acesso em: 5 jun. 2026.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. E-Protocolo 24.026.433-1. **Relatório de Prova de Conceito: emprego de internet por meio de link satélite de alta velocidade em viaturas da Patrulha Rural**. Londrina: Polícia Militar do Paraná, 5º Batalhão de Polícia Militar, 2025b.

PEREIRA, Francisco Teixeira. **Soluções tecnológicas em Segurança Pública: contribuições para a Administração Pública**. 2021. 143 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DOUTOR ULYSSES. **Plano Municipal de Saúde**. Doutor Ulysses: PMU, [s.d.]. Disponível em: https://doutorulysses.pr.gov.br/documentos/anexos_noticias/118.pdf. Acesso em: 28 maio 2026.

	RevPMMS, Vol. 3, nº 2, Ago/2026	Adilson Luiz Ramos Lovato Íncare Correa de Jesus
--	---------------------------------	---

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília: PNUD; FJP; IPEA, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 30 maio 2026.

SOUSA, Aleff Vasconcelos. **A utilização do sistema de monitoramento nas viaturas policiais: estudo de caso no 9º Batalhão de Polícia Militar do Maranhão**. 2018. 96 f. Monografia (Bacharelado em Segurança Pública) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018.

SOUZA, Sarah Cristina Senra; TEIXEIRA, André Ferreira; KAKITANI, Marcos Tomio. **Análise de conectividade em áreas remotas/rurais: panorama geral e perspectivas futuras**. 2024. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Telecomunicações) – Universidade Federal de São João del-Rei, Ouro Branco, 2024.

XIMENDES JÚNIOR, Deroci Barbosa. **Modernização de aeronaves como fator de aumento da efetividade das operações da Polícia Militar do Distrito Federal**. 2022. 60 f. Monografia (Especialização em Gestão Estratégica em Segurança Pública) – Instituto Superior de Ciências Policiais, Polícia Militar do Distrito Federal, Brasília, 2022.